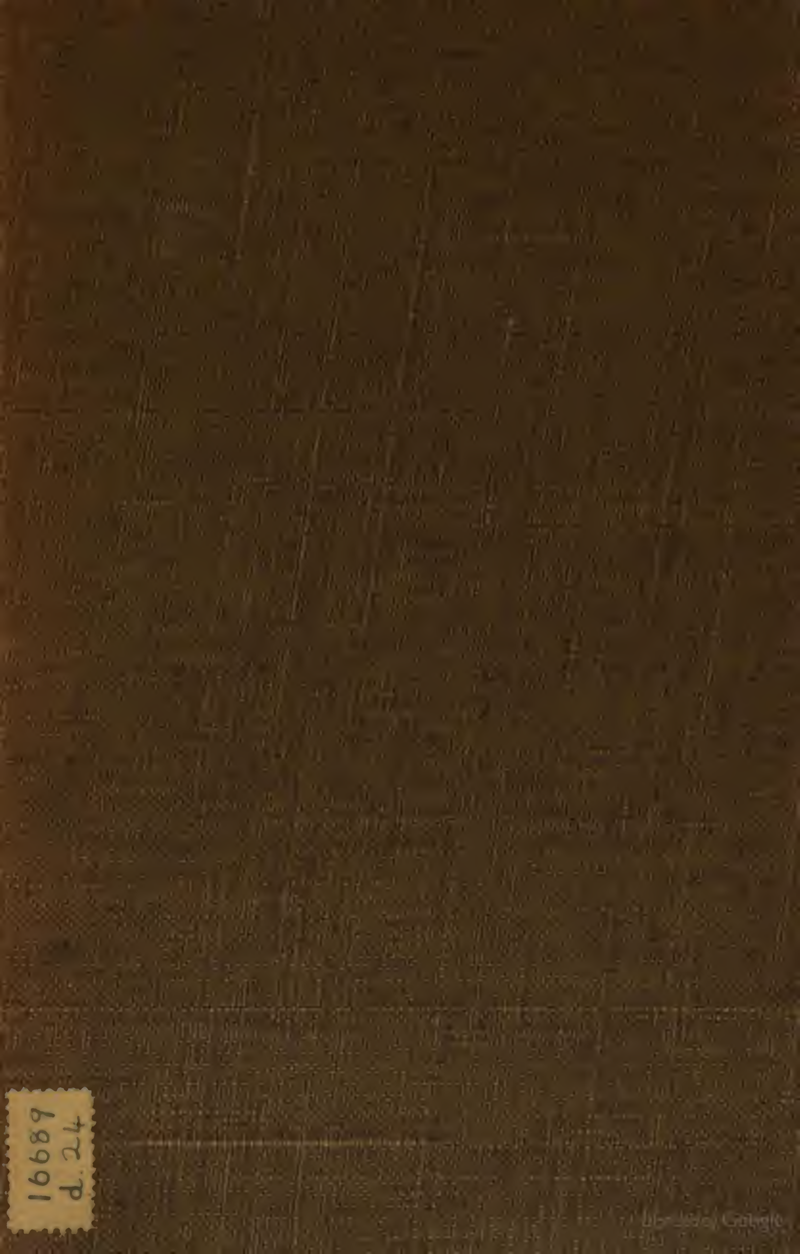

16689 d. 24
Digitized by Google

Das

Hemmungsnervensystem

des

Herzens.

Kritisches und Experimentelles.

Eine vergleichend physiologische Studie

von

Adolf Bernhard Meyer,

Dr. med., chir. et art. obst..



BERLIN 1869.

Verlag von August Hirschwald.

Unter den Linden 68.

Meinem Bruder

in Batavia.





Inhaltsangabe.

Vorwort.

Die nachfolgenden Untersuchungen machen nicht auf Vollständigkeit Anspruch, sie treten vielmehr unter dem ihnen entsprechenden Titel einer „Studie" auf die aus äusseren Gründen ihren Abschluss finden musste.

Es könnte unnöthig erscheinen dass den Gegnern der Hemmungswirkung des N. vagus noch einmal mehr die Unzulänglichkeit ihrer Ansicht und ihrer Experimente vorgehalten werde; allein ich meine dass es einestheils bis jetzt noch nicht in zusammenfassender Weise geschehen ist indem man sich an verschiedenen Orten stets nur gegen Einzelnes wandte und dass anderentheils immer wieder von Neuem Behauptungen in der Literatur auftreten die einer Widerlegung bedürfen.

Einige neue Thatsachen die sich mir im Laufe der Untersuchung ergaben sind zwar in ihrer aphoristischen Weise nicht geeignet unsere Kenntniss von den Ursachen der rhythmischen Herzbewegung wesentlich zu fördern —

sie lassen diese in ihr räthselhaftes Dunkel gehüllt, — dennoch sind sie vielleicht nütze späteren Bearbeitern dieser interessanten Frage zu dienen und der Verfasser bittet sie als solche hinzunehmen, da er sich zu einer „Theorie“ der Herzbewegungen die allen Erscheinungen Rechnung trüge nicht bekennen kann.

Was den „vergleichend - physiologischen“ Gesichtspunkt anlangt so ist die Ausbeute von demselben aus karg bemessen und es soll mit diesem Worte mehr der Geist bezeichnet sein in welchem derartige Untersuchungen mir ein besonderes Interesse gewähren; gerade hier bedauere ich meine Studie abbrechen zu müssen da eine Ausfüllung der vielfachen Lücken die ich lasse noch manche Früchte zu zeitigen verspräche.

Die Experimente sind im physiologischen Laboratorium der berliner Universität angestellt worden und ich fühle mich besonders Herrn Professor Rosenthal dankbar verpflichtet für die Freundlichkeit mit der er stets bereit war mir seine Unterstützung in Rath und That zu gewähren.

Nach Abschluss meiner Arbeit erhielt ich noch Einsicht in eine Abhandlung von Prohl: de invloed der zwervende zenuw op de hartsbeweging, Ing. Diss. Utrecht 1868; die Zielpunkte der darin niedergelegten Forschungen betreffen jedoch hauptsächlich andere Fragen als diejenigen welche ich zu beantworten suchte.

Berlin, im September 1868.

Der Verfasser.

Kritik

der Ansichten welche der hemmenden Wirkung des N. vagus auf das Herz entgegenstehen.

Die Gegner der Ansicht dass der N. vagus ein Hemmungsnerv des Herzens sei, das heisst: künstlich gereizt die rhythmische Schlagfolge des Herzens verlangsame oder ganz sistire, unter unveränderten natürlichen Verhältnissen durch einen stetigen Tonus oder durch zeitweilige Erregungen excitomotorischen Impulsen entgegenwirke, lassen sich dem Grade nach unterscheiden:

1. in solche welche die Thatsache der Hemmung anerkennen, sie aber anders als durch Hemmungsnerven hervorgerufen deuten (Brown-Séquard, Wallach),
2. in solche welche meinen dass die für die Norm geltende hemmende Wirkung des N. vagus unter Umständen in eine motorische umgewandelt werden könne (Wundt, Schelske, Hoffmann), und
3. in solche für welche überhaupt eine hemmende Wirkung des N. vagus nicht existirt (Schiff, Moleschott).

Prüfen wir nacheinander an der Hand der Kritik und des Experimentes Ansichten und Beweise dieser Forscher, und wir werden finden dass der Vagus als Hemmungsnerv für das Herz siegreich aus diesem Widerstreit der Meinungen hervorgeht.

Brown-Séquard[1]) hält den Vagus für den vasomotorischen Nerv der Kranzschlagadern des Herzens, indem Durchschneidung desselben Erweiterung oder Paralyse dieser Gefässe, Reizung ihre Verengerung zur Folge habe. Es sei nun die durch die Gefässcontraction gesetzte Abnahme der Blutmenge die Ursache des Herzstillstandes, da das Blut in den Capillaren den normalen Reiz zur Bewegung gebe. Brown-Séquard blieb nicht allein mit dieser Ansicht und noch im Jahre 1859 hielt Donders in seiner Physiologie des Menschen diese Erklärung des Herzstillstandes auf Vagus-Reizung einer näheren Prüfung für werth. Allein schon 1858 hatte Panum[2]) gezeigt dass der Herzstillstand zeitlich eher erfolge als die Gefässverengerung, dass also diese nur Folge nicht Ursache jener sein könne; nach ihm ist die Erweiterung der Coronararterien nach Durchschneidung der N. vagi zu erklären aus dem verstärkten Blutdruck welchen die einer solchen folgende vermehrte Schlag-

---

[1]) Gaz. med. de Paris 1854 S. 136. Zuerst hat Brown-Séquard diese Ansicht wohl vorgetragen in seinem Werke: Experimental Researches applied to Physiology and Pathology, New-York 1853. Dieses Buch ist mir jedoch nicht zugänglich gewesen. Noch 1860 in seinem Course of lectures on the Physiology and Pathology of the central nervous system, Philadelphia, S. 226, heisst es: „When a violent and sudden emotion causes death, it is in acting on the medulla oblongata, that it has such a powerfull effect. An excitation is then produced on the roots of the par vagum — — — and in consequence, the bloodvessels of the heart contract and expel the blood they contained, and with it, the natural excitant which causes the movements of the heart. — — — The stopping of the hearts action in the celebrated experiment of the brothers Weber, takes place in the same way."

[2]) Citirt nach Schmidt's Jahrbüchern, Bd. 100, S. 148 u. folg..

zahl des Herzens verursacht, und die Verengerung nach Reizung aus dem durch Stillstand verminderten Blutdruck, d. h. die Gefäss-Contraction oder Dilatation sei nur passive Folge des veränderten Blutdruckes. Panum erkannte also die Gefässverengerung auf Vagus-Reizung und die Erweiterung auf Durchschneidung an und sie ist in der That nicht zu übersehen wenn man den Versuch z. B. an einem Kaninchen anstellt ohne die künstliche Respiration einzuleiten; in den veränderten Blutdruckverhältnissen aber die Ursache dieser Erscheinung zu suchen ist desshalb nicht richtig, weil man sie nicht zur Anschauung bringen kann wenn man den Versuch zugleich mit künstlicher Respiration anstellt, bei welcher die Blutdruckverhältnisse nicht geändert zu werden brauchen. Es verhält sich im Gegentheil folgendermaassen:

Sind beide N. vagi präparirt und durchschnitten, das Herz bloss gelegt und künstliche Respiration hergestellt, so tritt bei dem auf Reizung des periferen Endes schon eines Vagus erfolgenden Herzstillstand nicht Verengerung, sondern Erweiterung der Gefässe ein; sie füllen sich allmälig und es kommen feine Verzweigungen zum Vorschein die vorher nicht zu beobachten gewesen waren. Setzt man nun aber mit der künstlichen Respiration aus und wird in Folge dessen das Thier dispnoisch, so verengen sich die Gefässe trotz des durch Vagus-Reizung erzielten Stillstandes. Diese Verengerung der Gefässe erklärt sich einfach aus der durch die Kohlensäure-Anhäufung im Blute gegebenen Reizung des vasomotorischen Nervencentrums in der Medulla oblongata (Thiry), und sie ist so stark dass sie die bei künstlicher Respiration und Vagus-Reizung beobachtete Erweiterung der Gefässe überdeckt. Diese wäre meiner Ansicht nach zu erklären aus der starken Blutfüllung des Herzens selbst, indem beim Stillstande durch die Muskel-

1*

contractionen des Körpers noch fortwährend Blut ins Herz gepumpt wird — wesshalb ja auch die gesammte Körpermusculatur als accessorisches Herz bezeichnet worden ist — ohne dass es einen Abfluss erlitte.

Dass nach der Durchschneidung beider N. vagi ohne dass sie gereizt würden noch Gefäss-Verengerung und Erweiterung beobachtet werden konnte beweist dass, wenn überhaupt, keinesfalls allein im N. vagus vasomotorische Nerven für das Herz verlaufen.

Aus dem Mitgetheilten geht hervor wie Brown-Séquard auf die Ansicht kam [1]), der Vagus sei Gefässnerv des Herzens und wie ihn die Thatsachen die obiger Versuch erst klar stellt zu seiner Theorie von dem Blut als einzigen Reiz zur rhythmischen Bewegung verleiteten. Letzteres wurde auch schon von Panum [2]) dadurch widerlegt dass er zeigte, wie trotz der vollständig gelungenen Injection der Kranzarterien mit einer aus Talg, Wachs, Oel und Kienruss bestehenden Masse das Herz fortfährt rhythmisch zu schlagen, wenn auch nach Erichsen [3]) — nach Unterbindung der Art. cor. — nicht so lange als ohne dem oder wenn das Herz besonders stark mit Blut gefüllt ist. Auch v. Bezold [4]) der die Erichsen'sche Arbeit nicht näher berücksichtigt hat, fand dass die Klemmung der Coronararterien entweder gar keine unmittelbare Aenderung der Pulsschläge hervorbringt — Mehrzahl der Fälle — oder aber häufiger eine Abnahme als eine Zunahme.

Wenn es nöthig wäre Beweise zu häufen so spräche gegen Brown-Séquard's Theorie von der Vagus-Wirkung auch das schon von anderer Seite angezogene anatomische

---

[1]) Siehe den Zusatz.

[2]) Virchow's Archiv, Bd. XXVII, 1864.

[3]) London Medic. Gaz. 1842, S. 561.

[4]) Untersuchungen aus dem phys. Laboratorium in Würzburg, 3. Heft, S. 272.

Verhalten des Froschherzens, indem dasselbe keine Gefässe besitzt wie Hyrtl[1]) für die Urodelen, Gymnophionen und Batrachier gezeigt hat, und doch auf Vagus-Reizung in Stillstand zu versetzen ist.

Eine nicht ungewichtige Stimme hat sich der Brown-Séquard'schen Hypothese zuerst angeschlossen später aber wieder von ihr gewandt indem sie den Vagus, wenn auch mit Widerstreben und etwas verklausulirt, als Hemmungsnerven anerkennt. Goltz[2]) nennt, allerdings nicht im Schiff'schen Sinne, den Vagus „einen Nerv, dessen Endigungen durch Blutreiz erregt werden, von räthselhafter Erschöpfbarkeit" und sieht wie Brown-Séquard in „der freien Saftbewegung" die primäre Ursache zum Herzschlage. Um dieses zu beweisen hat Goltz eine Reihe von Versuchen mitgetheilt von denen einige einer Revision und Umdeutung bedürfen, die ich an diesem Orte einschalte und die ergeben wird dass wenn auch, wie nicht anders zu vermuthen, das Blut ein auf die Dauer nothwendiger Faktor zur Ernährung und Functionsfähigkeit des Organes ist, doch im Blute nicht der erste und nicht der allein wesentliche Faktor der Herzbewegung zu suchen sei.

Die Blutstockung soll nach Goltz einen Stillstand bewirken einerlei ob sie durch Unterbindung des Herzens oder durch Vagus-Reizung hervorgerufen ist, welche Zustände zwar für ähnlich aber nicht für identisch gehalten werden; denn wenn man durch Anschneiden eines solchen mit Blut erfüllten Herzens eine sei es auch nur beschränkte Saftbewegung wieder herstellt so antwortet das Herz auf mechanische Reize nicht wie vorher durch eine einmalige locale sondern durch rhythmische Contractionen. Allein

[1]) Stzber. der Akademie der Wissenschaften zu Wien, 33. Bd., S. 572.

[2]) Virchow's Archiv, Bd. XXI, XXII und XXIII.

folgender Versuch beweist dass das Anschneiden des Herzens und die dadurch aufgehobene Blutstauung nicht der Grund jenes veränderten Verhaltens ist.

Wenn man ein Herz beim lebenden Frosch durch Vagus-Reizung in Stillstand versetzt hat und nun den Aortenbulbus der Länge nach aufschlitzt so dass das Blut in ergiebiger Weise ausströmt, so wird dem Stillstand dadurch kein Abbruch gethan; wenn man nun das Herz in der Weise anschneidet dass die Trennung im Ventrikel vertikal von der Spitze zur Basis gerichtet ist so folgt wieder trotz des ungehinderten Blutabflusses der Vagus-Reizung ein Herzstillstand so lange der Schnitt nicht jene Partien des Ventrikels erreicht hat in denen die Bidder'schen Ganglienhaufen eingebettet liegen. Sind diese durch den Insult berührt so ist das Herz durch Vagus-Reizung nicht in Ruhe zu versetzen da ihre Erregung nun entweder die hemmenden Impulse überwindet oder aber durch diese Trennung der anatomischen Continuität diese nicht mehr ihrer Wirksamkeit übermittelt werden.[1])

Es ist von Bezold u. A. gezeigt worden dass man nicht nur vom Herzsinus sondern auch vom Ventrikel und Vorhof aus rhythmische Pulsationen auslösen kann, also wenn beim Vagus-Stillstand eine mechanische Reizung mit einer Sonde z. B. schon eine einmalige Contraction bewirkt die von der localisirt gereizten Stelle aus sich über das ganze Herz weiter verbreitet nicht in Form einer Welle sondern als einmalige typische Systole, so ist es nicht auffallend dass ein breiter Scheerenschnitt heftiger reizt als eine Sondenberührung, zumal wenn man wie Goltz es thut die unteren zwei Drittel des Ventrikels wegnimmt.

Da nun aber das ausgeschnittene und von Blut ent-

---

[1]) Ich folgte in der Anstellung und Deutung dieses Versuches dem Vorschlage des Herrn Professor Rosenthal.

leerte Herz noch lange Zeit rhythmisch pulsirt so ist Goltz der Ansicht dass der Sauerstoff der Luft zu dieser fortgesetzten Thätigkeit den Reiz abgebe — abgesehen davon dass er meint es sei das Herz überhaupt nicht ganz blutleer zu machen [1]) — und ist bemüht dieses durch eine Reihe von Versuchen zu erweisen.

Es sprechen gegen diese Ansicht von vornherein die von Bernstein [2]) ermittelten Thatsachen über das Verhalten des ausgeschnittenen und blutentleerten Herzens im luftleeren Raume. Sie zeigen dass wenn nur genügende Feuchtigkeit vorhanden ist das Herz lange Zeit unter der von Luft möglichst befreiten Glocke der Luftpumpe rhythmisch fortpulsiren kann und dass nur der Mangel an Wasserdampf — die Vertrocknung des Präparates — es war die frühere Experimentatoren verleitet hat zu meinen das Herz erhalte seine Erregbarkeit im luftleeren Raume nur kurze Zeit.

Ferner aber sind die Versuche die Goltz selbst beigebracht hat zur Stütze seiner Ansicht nicht so stichhaltig wie er meint. G. suchte den Luftreiz dadurch abzuhalten, dass er sein Präparat unter Oel brachte und in diesem indifferenten (?) Medium experimentirte. Schon von Bernstein ist der Versuch den G. als Hauptstütze seiner Ansicht anführt (No. 18) einer kritischen Widerlegung unterzogen worden ohne dass er ihn wiederholt hätte, durch die er die inneren Widersprüche desselben aufdeckt; allein wenn dem auch nicht wäre und wenn man auch mit „Gegengründen“ diese „Gründe“ entkräften könnte so muss

---

[1]) Neuerdings hat Friedländer (Unters. a. d. phys. Lab. zu Würzburg, 2. Heft, S. 157) gezeigt dass Stückchen des Froschherzens die unter dem Mikroskop wohl Ganglien aber keine Blutkörperchen mehr ausweisen noch selbständig pulsiren.

[2]) Archiv von Reichert und du Bois-Reymond 1862, S. 527.

ich doch diesen Hauptversuch verwerfen weil ich ihn de facto nicht bestätigen kann. Goltz behauptet nämlich dass wenn er unter Oel und das soll heissen unter Abhaltung jedes äusseren Reizes den Vagus von der Med. obl. aus errege überhaupt keine Pulsation wieder auftrete.

Dieser Versuch ist mir nicht gelungen oder nur gelungen wenn ich äusserst starke Ströme anwandte und ich erblicke die Differenz unserer Resultate darin dass Goltz starke Ströme durch die Med. obl. schickte in der Meinung damit den Vagus zu reizen und die Impulse bis ans Herz zu senden, während ich der Ansicht bin dass die dabei stattfindende Reizung eine ist die mit Stromschleifen oder durch unipolare Inductionswirkungen den Herzsinus trifft durch dessen dauernde Erregung allerdings ein so lang anhaltender Stillstand erzeugt werden kann. Auf diese Thatsache werde ich in einem späteren Abschnitte meiner Mittheilungen näher zurückkommen. Es erklärt sich daraus auch wieso der Versuch nicht stets gelingt; er gelingt eben nur dann wenn die Anordnung des Präparates mit den Electroden eine für Stromschleifen günstige ist. Einen kurzdauernden Stillstand von der Med. obl. aus unter Oel zu erzielen ebenso wie an der Luft gelingt immer, allein nur bei sehr starken Strömen gelingt der länger dauernde und der bis zum Absterben des Herzens dauernde. Sagt doch Goltz selbst: „Die Stromstärke, deren man mitunter bedarf, ist eine sehr bedeutende". Dass aber meine Ansicht, es handle sich beim Gelingen nur um Stromschleifen von der Med. obl. aus in den Herzsinus wirklich die richtige Deutung dieses Versuches sei, dafür spricht die leicht anzustellende Controlle dass bei directer Reizung des Sinus unter Oel bei gleicher Anfertigung des Präparates ein lang dauernder Stillstand zu erzielen ist.

Ueberdies hat Goltz in seinem Versuch 10 es selbst

ausgesprochen dass „die Reizung der Vagi unter Oel an sich nur vorübergehenden Stillstand des Herzens hervorbringe.“

Es hat ferner als Gegner der gangbaren Ansichten Wallach[1]) die Hypothese aufgestellt dass die Vagusfasern welche gereizt den Stillstand des Herzens bewirken sensible Fasern seien[2]) die reflectorisch die Bewegung auslösen und die durch die Reizung gelähmt die Impulse nicht mehr übertragen können. Schon 1859 hat Donders[3]) folgendes dagegen beigebracht: „Da durch Reizung des peripherischen Endes der durchschnittenen Vagi die Hemmung der Herzthätigkeit in gleicher Weise eintritt, als wenn der nicht durchschnittene Nerv oder das verlängerte Mark gereizt würden, so ist es klar, dass hier die centrifugalleitenden Fasern der Vagi im Spiele sind. Die Erklärung Wallach's, als sei der Vagus Gefühlsnerv des Herzens, welcher reflectirend auf das verlängerte Mark wirkt, ist desshalb ganz verwerflich.“

Später hat Goltz[4]) noch einen Widerlegungsversuch beim Frosch angestellt indem er zeigte dass nach Worara-Vergiftung wenn auf Reizung des linken Vorhofes mit Essigsäure noch Reflexerscheinungen auftraten an einem Schenkel der nur durch den N. ischiadicus mit dem Rumpf verbunden war, Inductionsströme durch die Med. obl. oder durch den Vagus selbst das Herz nicht mehr stillstehen machen. „Der Versuch beweist, dass die Sensibilität des Herzens noch erhalten sein kann zu einer Zeit, wo die

---

[1]) Müller's Archiv 1851.

[2]) Dass im Vagus neben den hemmenden sensible Fasern für das Herz verlaufen hat Goltz beim Frosche nachgewiesen.

[3]) Phys. des Menschen, 2. Aufl., S. 59.

[4]) Virchow's Archiv, Bd. XXVI, 1863.

Möglichkeit einer Hemmung der Herzthätigkeit vom Vagus her nicht mehr vorhanden ist. Diejenigen Vagusfasern, welche die Sensibilität des Herzens vermitteln, können also nicht identisch mit denen sein, welche die Hemmung zu Stande bringen, denn dann müsste die Lähmung der Sensibilität und der Hemmungsfähigkeit gleichzeitig eintreten."

Dieses über die Wallach'sche Hypothese möge der Vollständigkeit halber hier angeführt sein, ein weiteres Eingehen und Häufen von Gegenbeweisen erscheint mir nicht geboten.

Wenden wir uns nun zweitens zu jenen Gegnern welche meinen dass die für gewöhnlich anzuerkennende Wirkung des Vagus als die eines Hemmungsnerven unter Umständen in eine motorische umgekehrt werden könne.

Zuerst hat Wundt[1]) gefunden dass in Folge von Curare-Vergiftung der Vagus nicht aufhöre zu wirken, dass er aber „einen dem normalen gerade entgegengesetzten Einfluss erhalte: tetanische Reizung bewirkt nämlich eine Beschleunigung des Herzschlages, die mit dem Wachsen der Reizung zunimmt." Hierauf beschränkt sich die Mittheilung von Wundt.

Bezold[2]) in seiner Arbeit „von der Einwirkung des amerikanischen Pfeilgiftes auf das excitirende Herznervensystem" resümirt die Wirkungsweise dieses Giftes in folgenden Worten:

„1. Das Pfeilgift lässt in sehr geringen Gaben, welche übrigens zur Lähmung der willkürlichen Muskeln hinreichen, sowohl die Leitungsfähigkeit der Herznerven als den Erregungszustand ihrer Centralorgane nahezu unverändert.

---

[1]) Verhandlungen des naturhistorisch-medizinischen Vereins zu Heidelberg. 1860.

[2]) Untersuchungen über die Innervation des Herzens. 1863.

2. In grösseren Gaben erhöht es die Thätigkeit sowohl des excitirenden Herznervencentrums im Gehirn, als auch, wenn auch in geringerem Maasse die Thätigkeit des im Herzen liegenden motorischen Centralorgans.

3. In noch grösseren Gaben äussert es eine lähmende Einwirkung auf sämmtliche Herznerven. Es erhöht zunächst den Leitungswiderstand, den der Vagus der Erregung entgegensetzt, und lähmt so den N. vagus. Es lähmt in derselben Weise bei stärkerer Dosis die excitirenden Herznerven. Es lähmt endlich in stärkster Concentration angewandt, die im Herzen selbst liegenden motorischen Nerven.“

Bezold scheint also trotz seiner eingehenden Versuche nichts von dieser umkehrenden Wirkung beobachtet zu haben. Ich finde dass der Vagus ebensowenig nach Curare-Vergiftung leitet wie es z. B. der Ischiadicus thut und stehe daher nicht an zu behaupten dass es sich bei Wundt, der genauere Angaben über die Anstellung seiner Experimente nicht gegeben hat, nur um unipolare Inductionswirkungen oder Stromschleifen in den Fällen eines positiven Resultates gehandelt haben kann, indem allerdings wenn man starke Ströme anwendet und den Vagus nahe dem Herzen auf die Electroden legt eine Beschleunigung entsteht die „mit dem Wachsen des Reizes zunimmt“; bei sehr starken Strömen braucht man um diese Wirkung hervorzurufen gar nicht einmal so sehr in die Nähe des Herzens zu gehen und kann daher mittelst der Durchschneidung der Vagi darthun dass nicht die Leitung dieses Nerven es war welche die Bewegungen vermittelte. Ich bemerke schon hier worauf ich später zurückkommen werde dass vom Herzsinus aus trotz Curare-Vergiftung Stillstand erzielt werden kann.

Selbst Schiff[1]) giebt nur eine sehr bedingte und darum nicht gut verwerthbare Bestätigung des Wundt'schen Experimentes indem er sagt: „In vielen auf diesen Punkt gerichteten Versuchen, die ich freilich an Kaninchen und nicht an Fröschen anstellte, ist es mir nur zwei Male geglückt, den Vagus einige Zeit lang in der Stimmung zu finden, dass Ströme, welche einen Muskel des Thieres stark tetanisirten, durch den durchschnittenen linken Vagus (durch Luft isolirt) geleitet, den durch künstliche Respiration regelmässig unterhaltenen Herzschlag plötzlich und für die ganze Zeit der Reizungsdauer vermehrten. Der Versuch konnte in diesen Fällen mehrfach wiederholt werden. In anderen Fällen war sehr kurze Zeit, nachdem eben so starke Ströme eine Spur von Verminderung des Herzschlages erzeugt hatten, schon aller Einfluss des Vagus auf das Herz verloren."

Ferner hat Schelske[2]) insofern Aehnliches wie Wundt behauptet als er angiebt dass bei einer Erwärmung des Präparates — dessen Anfertigung genau beschrieben wird — auf 28 bis 35 ° C. das Herz schneller schlägt, dann stillsteht und nun auf Reizung des Vagus ein tetanischer Zustand eintritt, ein „Wogen oder Wühlen", bis der Strom geschlossen wird, während einzelne Inductionsstösse nur einzelne Contractionen geben, dann Ruhe. Auf die gewöhnliche Temperatur zurückversetzt nimmt das Herz seine normale Thätigkeit wieder auf, auf Reizung des Vagus erfolgt wieder wie vorher Stillstand. Schelske meint dass diese „neue Thatsache von Wichtigkeit für gewisse im Schwange seiende Theorien zu werden verspricht."

---

[1]) Moleschott's Untersuchungen etc. 1866.

[2]) Ueber die Veränderungen der Erregbarkeit der Nerven durch die Wärme. 1860.

C. E. E. Hoffmann[1]) suchte den Versuch am Karpfen nach zu machen „jedoch ohne sonderliches Resultat hinsichtlich der von Schelske beschriebenen Erscheinungen“, dagegen fand er an einem braunen Frosch dass „bei Reizung des Vagus durch Inductionsströme kräftige Pulsationen entstanden, zuerst des Vorhofs, dann des Ventrikels (also nicht der Tetanus, wie ihn Schelske angiebt), die aufhörten, als die Ströme unterbrochen wurden. Ganz dieselben Erscheinungen“, so heisst es weiter, „beobachtete ich bei einem zweiten Frosche, während mir es namentlich bei einem kräftigen grünen Wasserfrosche gelang, die von Schelske beschriebenen Erscheinungen wahrzunehmen, die ich dann auch noch an einem anderen Individuum beobachtete.“

Hoffmann lässt sich über die Gründe des Misslingens und Gelingens seiner Versuche nicht aus; ich meine dass in den beiden ersten die Stromschleifen die an das Herz gelangten eben stark genug waren die Vorhöfe und also dann die Ventrikel zu Pulsationen anzuregen — die Angabe ist überdies sehr ungenau — und dass in den zwei letzten stärkere Stromtheile durch zufällig vortheilhaftere Anordnung das Herz trafen und die mehr wurmförmigen Bewegungen erzeugten.

Den Schelske und Hoffmann bestätigenden Versuchen Schiff's[2]) gegenüber habe ich erstens zu bemerken dass von ihm keine Controllversuche vermittelst Durchschneidung der Nerven angestellt wurden die erst erweisen dass es sich nicht um Stromschleifen handelte, und zweitens

---

[1]) Beiträge zur Anatomie und Physiologie des N. vagus bei Fischen. 1860.

[2]) l. c. S. 119. Schiff nennt ohne Weiteres Eckhard mit als Garanten für die Hoffmann'schen Versuche.

meine Vermuthung auszusprechen dass solche im Spiele waren, denn Schiff sagt selbst: „die Fälle, in welchen man unter pathologischen Verhältnissen, d. h. bei sehr grosser Herabsetzung der Erregbarkeit des Vagus-Stammes beobachtet, dass die Reizung durch einen relativ kräftigen galvanischen Strom den Puls beschleunigt, bleiben nicht auf die von Wundt und Schelske beschriebenen Fälle beschränkt. Ich habe an sterbenden Fröschen nach Tetanus, nach der Zerstörung der Centraltheile, nach Exstirpation der Leber, nach dem Einflusse intensiver Kälte, eine Reihe von Fällen dieser Art gesehen, in welchen sogar mitunter noch durch übermächtige Reizung der Vagi Hemmung und temporärer Herzstillstand hervorgerufen wurde.“ Schiff hat also mit sehr starken Strömen gearbeitet bei denen Stromschleifen oder unipolare Inductionswirkungen nur durch ganz besondere Vorsichtsmassregeln auszuschliessen sind.

Eckhard sagt[1]), er habe Schelske's Versuch mit aller möglichen Vorsicht wiederholt, derselbe sei ihm aber nie gelungen; nur wenn die eine Electrode dem Herzen so nahe angelegt war dass Stromesfractionen das letztere selbst trafen erhielt er eine Pulsation. Er fährt folgendermassen fort: „Dass in meinen Versuchen alles in Ordnung war, ergab sich aus dem Umstande, dass bei derselben Stellung der Electroden, mit welcher ich den Versuch ausführte, ich nachher, wenn das Herz in Folge der Abkühlung wieder zu schlagen begann, durch Tetanisirung des N. vagus diastolischen Stillstand erzeugte.“

Was meine eigenen Versuche über diesen Punkt anlangt so habe ich wie Eckhard nur ein durchweg negatives Resultat aufzuweisen das aber durch folgendes Ver-

[1]) Experimentalphysiologie 1867, S. 201.

fahren an Beweiskraft gewinnt: Ich prüfte vorher die Vagi auf ihre Wirksamkeit, brachte das Präparat dann ins Wasserbad und erhitzte dieses bis das Herz still stand;[1]) derselbe Reiz war jetzt ohne den von Schelske angegebenen Erfolg; verstärkte ich nun den Strom bedeutend so traten oft schnelle Pulsationen auf die aber durch Stromschleifen oder unipolare Inductionswirkungen hervorgerufen waren, denn nach Durchschneidung und günstiger Aneinanderlegung der Enden traten dieselben Pulsationen wieder auf. In normale Temperatur zurückgebracht fing das Herz wieder zu schlagen an, war aber nicht immer auf Vagus-Reizung nochmals zum Stillstand zu bringen.

Der Ausdruck den Schelske gebraucht um den Zustand zu beschreiben den er bei dem Wärmestillstand durch Vagus-Reizung hervorruft, ein „Wogen und Wühlen", ist charakteristisch genug um einen solchen Zustand des Herzens leicht wiedererkennen zu können. Es ist das eben ein Zustand den man unschwer hervorrufen kann wenn man die Reize direct das Herz treffen lässt, es ist das derselbe Zustand der eintritt wenn man das Herz allmälig bis zu einer hohen Temperatur erwärmt. Ehe es in den Wärmestillstand übergeht treten fibrilläre Zuckungen in Gestalt des „Wogens und Wühlens" auf, es gehen grössere Wellen über das Herz hin und diesen durch Vagus-Reizung nicht mehr zu beeinflussenden Zustand hat entweder Schelske für durch Vagus-Reizung hervorgerufen angesehen, oder aber, und dieses glaube ich nachgewiesen zu haben, — da jene Täuschung bei der detaillirten Beschreibung seines Experimentes wohl nicht untergelaufen ist, wenn auch ein nochmaliges Auftreten dieser Bewegungen

[1]) Ich bemerke dass man mitunter bis zu einer viel höheren Temperatur (44° C.) ansteigen muss ehe das Herz stillsteht.



nach schon einmal eingetretenem Wärmestillstand vorkommt — es handelt sich in diesem Falle ebenso wie bei Wundt nach Curare-Vergiftung um direct durch's Herz gehende Ströme, was hier noch um so leichter möglich als der ganze Apparat den Schelske aufbaut so klein und subtil ist dass eine isolirte Reizung des Vagus beim Frosch grosse Schwierigkeiten zu überwinden hat, und da eben ganz die von ihm beschriebenen Erscheinungen eintreten auch nach Vagus-Durchschneidung bei starken Strömen, ferner bei directer Durchleitung durchs Herz, wenn man die Electroden für diesen Versuch günstig anordnet.[1])

Ich meine also dass Schiff durchaus Unrecht hat wenn er[2]) sagt: „Ich denke mir, dass Pflüger zwei sehr unbequeme Versuchsreihen von Wundt und Schelske nicht ganz entgangen sind, die man sich zu leugnen nicht berechtigt und zu bestätigen nicht berufen fühlt, und die man daher am besten ganz todt schweigt.“

Wir gelangen jetzt zu jener dritten Kategorie von Gegnern die ich eingangs als solche bezeichnete für welche überhaupt eine hemmende Wirkung des N. vagus im Weber'schen Sinne nicht existirt. Als Vertreter dieser Ansicht sind Schiff und Moleschott anzusehen die in zahlreichen Arbeiten[3]) derselben Eingang zu verschaffen suchten. Ich fühle mich nicht veranlasst auf diese mit Erbitterung geführte Streitfrage näher einzugehen und verweise auf die ausführlichen Ab-

---

[1]) Um eben solche Einflüsse handelt es sich wohl bei den Humboldt'schen Versuchen (Versuche über die gereizte Muskel und Nervenfaser, 1797. I. 343) von denen schon Milne Edwards (Leçons sur la Physiologie etc., 1859, IV. 156) gesagt hat: „il est possible que l'action du courant galvanique se soit étendue jusque sur le tissu musculaire du coeur, où son passage détermine presque toujours des contractions.“

[2]) l. c. S. 116.

[3]) In Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere.

handlungen von Bezold[1]) und Pflüger[2]), ferner auf die oben in dieser Mittheilung angeführten Thatsachen die gegen die „Erschöpfungstheorie“ zu verwerthen sind und auf einige im Verlaufe noch anzuführende die ich wenigstens nicht als mit derselben vereinbar zu deuten wüsste.

Ich füge schliesslich noch einen Versuch bei den ich u. A. an einem Kaninchen angestellt habe und der erweist, wie es ähnliche Versuche Anderer schon ausführlich gethan haben, dass bei einer gewissen Reizstärke die Annäherung der secundären Spirale an die primäre um wenige Millimeter, eine minimale Stromverstärkung also genügt um eine Verlangsamung des Herzschlages hervorzurufen und dass diese nicht durch eine Vermehrung der Pulszahl eingeleitet wird.

In das Herz eines Kaninchens war eine Nadel gestossen deren Kopf an einem Glastrichter anschlug und es verging nach der Aufbindung des Thieres erst eine geraume Zeit ehe ich mit dem Versuch begann. Gereizt wurde immer schon eine Secunde vor der Zählung des Herzschlages damit die Wirkung rein die der Reizung sei und nicht beeinflusst werde etwa von den Folgen des Schreckes der schon durch das Oeffnen des Schlüssels hervorgerufen werden kann oder von Schmerzempfindungen u. dgl. m.. Nur ein Vagus liegt auf den Electroden, beide sind durchschnitten. Du Bois-Reymond'scher Schlittenmagnetelectromotor. 1 Daniell'sches Element. Die Zahl der Herzschläge gilt immer für 5 Secunden. R. hinter der Schlagzahl bedeutet dass die Zählung während der Reizung geschah.

[1]) Innervation des Herzens, 1863.

[2]) Archiv von Reichert u. du Bois-Reymond, 1859. Untersuchungen aus dem phys. Laboratorium zu Bonn, 1865.

Zeit.	Zahl der Herzschläge in fünf Secunden.	Rollenabstand in Mm.	Bemerkungen.
11ʰ 24ᵐ	24		
24½ᵐ	28 R.	418	
25½ᵐ	26		
26¾ᵐ	26 R.		
27ᵐ	26		
27¼ᵐ	25 R.		
29ᵐ	28		
30½ᵐ	24 R.	400	
31ᵐ	28		
31¼ᵐ	23 R.		Die schwache Verlangsamung auf 24 und 23 ist eine zufällige, wie die folgenden Reizungen ergeben.
32ᵐ	27		
32½ᵐ	23 R.		
33ᵐ	28 R.		
33½ᵐ	27 R.		
33¾ᵐ	27		
34ᵐ	28		
34½ᵐ	26 R.		
35ᵐ	29		
35½ᵐ	23		
37½ᵐ	26		
38ᵐ	26 R.	380	
38½ᵐ	26 R.		
39ᵐ	28		
39¼ᵐ	29		
39½ᵐ	27		
40ᵐ	27		
40¼ᵐ	27 R.		
40½ᵐ	27		

	Zeit.	Zahl der Herzschläge in fünf Secunden.	Rollenabstand in Mm.	Bemerkungen.
11 h	41 m	27 R.	360	
	41 1/4 m	29 R.		
	41 1/2 m	27 R.		
	41 3/4 m	27		
	43 1/4 m	30		
	43 1/2 m	28		
	44 m	27 R.	340	
	46 1/2 m	26		
	47 m	27		
	47 1/4 m	29 R.	320	
	47 1/2 m	27 R.		
	48 1/2 m	29 R.		
	52 m	26		
	52 1/4 m	30 R.	300	
	53 m	26 R.		
	53 1/2 m	30		
	54 m	26		
	54 1/2 m	28 R.	280	
	54 3/4 m	27 R.		
	55 m	28		
	55 1/2 m	29		
	56 m	26 R.	260	
	56 1/4 m	30 R.		
	56 1/2 m	28		
	57 m	28		
	57 1/2 m	31 R.	240	
	57 3/4 m	26 R.		
	58 m	27 R.		
12 h	— m	28		
	1 m	27		

Zeit		Zahl der Herzschläge in fünf Secunden.	Rollenabstand in Mm.	Bemerkungen.
12^{h}	$1\frac{1}{4}^{m}$	27		
	$1\frac{1}{2}^{m}$	26		
	2^{m}	20 R.	220	Zufällige Verlangsamung, wie die folgenden Reizungen ergeben.
	$2\frac{1}{4}^{m}$	27		
	$2\frac{3}{4}^{m}$	27 R.		
	3^{m}	27 R.		
	$3\frac{1}{2}^{m}$	25		
	$3\frac{3}{4}^{m}$	22 R.	200	
	$4\frac{1}{4}^{m}$	30 R.		
	$4\frac{3}{4}^{m}$	26		
	5^{m}	27 R.	190	
	6^{m}	26		
	$6\frac{1}{2}^{m}$	27 R.	180	
	$6\frac{3}{4}^{m}$	27		
	7^{m}	29 R.		
	8^{m}	14 R.	170	Erste wirkliche Verlangsamung.
	$8\frac{1}{2}^{m}$	26		
	9^{m}	18 R.		
	$9\frac{1}{2}^{m}$	26		
	10^{m}	19 R.		
	$10\frac{1}{2}^{m}$	16 R.		
	11^{m}	30		
	$11\frac{1}{2}^{m}$	28 R.	180	
	$11\frac{3}{4}^{m}$	27		
	12^{m}	18 R.	175	

Wie man sieht ist beim Rollenabstand von 180 Mm. noch keine Verlangsamung zu beobachten, dann bei 170 die erste merkliche die sich erhält und wiederholt; bei 180

dann wieder keine; die Grenze wurde darauf bei 175 gefunden und nirgend blieb Raum für eine beschleunigende Wirkung.

Ich will übrigens die Möglichkeit dass im Vagus motorische Fasern für das Herz verlaufen durchaus nicht bestreiten, besonders nicht beim Frosch zu dessen Herz überhaupt keine andern Nerven treten als der Vagus. Sind bei diesem Thier von Goltz doch sensible Fasern in ihm nachgewiesen worden. Der Vagus ist eben eine „breite Heerstrasse für alle möglichen Nerven," warum sollen nicht auch motorische Fasern in ihm verlaufen so gut wie hemmende und sensible? Allein ich bestreite dass bis jetzt dafür genügende Beweise geliefert sind. Da es sich nur um verschiedene histiologisch noch zu differenzirende Endigungen der gleichen Nervenfaserarten handeln kann die je nachdem eine andere Function besitzen, so würden sich die Widersprüche der streitenden Parteien vielleicht aufklären wenn man eine Methode fände eventuell vorhandene motorische Fasern allein zu reizen oder die hemmenden und sensiblen Endigungen allein zu lähmen, die motorischen aber sicher intact zu lassen, eine Methode die uns also derart in den Stand setzen würde den Effect der Reizung dieser allein zu demonstriren.



Hemmungen am Herzen wirbelloser Thiere.

C. G. Carus[1]) hat bereits vor längerer Zeit am Flusskrebs (Astacus fluviatilis) nachgewiesen dass ein Wegschneiden des Kopfes oder das Zerstören eines Theiles der Ganglienkette eine Intermission und ein Aufhören des Herzschlages zur Folge habe und A. Brandt[2]) der dieses bestätigte fügt hinzu dass „bei Abtragung des Rückenschildes über dem Herzen dasselbe gleichfalls in diastolische Erschlaffung gerathe." Er meint es könne diesem diastolischen Stillstande offenbar nur eine Nerventhätigkeit zu Grunde liegen, aber er findet denselben auch wenn vorher Brust- und Kopf-Ganglion zerstört wurden, und ich bin daher der Ansicht dass in diesem Falle es nur der verändernde Einfluss der athmosphärischen Luft ist der den Stillstand hervorruft, was ja bei Wirbelthieren nach Eröffnung der Brusthöhle seine Analogie findet.[3]) Dagegen scheint mir in jener

---

[1]) Von den äusseren Lebensbedingungen der weiss- und kaltblütigen Thiere. 1824. S. 82.

[2]) Mélanges biol. St. Petersburg. V. 118.

[3]) Bei dieser Gelegenheit will ich in Bezug auf die Vorsicht mit der man zu Werke gehen muss wenn man aus Vivisections-Resultaten physiologische Schlüsse zieht eine Beobachtung von Ofsiannikof

Beobachtung von Carus der Einfluss einer Hemmungsvorrichtung zu liegen, denn die Annahme von ausbleibenden motorischen Impulsen genügt nicht im Hinblick auf das lange Zeit nach dem Herausnehmen aus dem Organismus fortdauernde Pulsiren des Krebsherzens.

Dass es sich bei der Diastole des Krebsherzens nicht um eine mechanische Wirkung von „Zwischeneingeweidemuskeln“ handelt die das contrahirte Herz gleich einem Dilatator

---

(Mém. de l'Acad. imper. VII. Série VI. No. 10. 1863. St. Petersburg) anführen der aus der Abtragung des Kopfganglions bei Krebsen dessen Function zu erschliessen meinte. S. 8 heisst es: „Entfernen wir das Kopfganglion bei Krebsen (Astacus fluviatilis, Palinurus locusta) sei es dass wir vorsichtig die das Ganglion verbindenden Stränge durchschneiden oder geradezu den Kopf abtragen, so sehen wir folgendes: Gleich nach der Durchschneidung zeigen sich starke Contractionen der ganzen Schwanzflosse. Dann tritt auf einige Secunden vollkommene Ruhe des Thieres ein. Bald darauf, ohne jeden äusseren Einfluss zeigt sich Bewegung in allen Extremitäten. Das Thier, wenn es lebenskräftig ist, bewegt sich ziemlich weit auf dem Tische nach verschiedenen Richtungen. Ferner sehen wir die operirten Thiere sich stark in die Höhe erheben, gewöhnlich auf der einen Seite mehr als auf der andern, wodurch sie leicht umfallen und auf dem Rücken liegen bleiben. Man bemerkt, wie sie sich Mühe geben, die unbequeme Lage zu verändern. Nach einigen Versuchen, aufzustehen, sehen wir dieselben sich auf die Seite legen, und zuweilen gelingt es ihnen, aufzustehen — ich habe dieses nur einmal in 10 Versuchen gesehen — häufiger aber fallen sie wieder auf den Rücken zurück. Sie bleiben so liegen bis zum völligen Erlöschen aller Bewegungen. Die spontanen Bewegungen in einzelnen Gliedern dauerten bis über zwei Stunden bei einer Zimmertemperatur von 16°5 C. Nach Aufhören der freiwilligen Bewegungen kann man noch eine Zeit lang die Reflexbewegungen hervorrufen.“

Es sind nun aber genau dieselben Erscheinungen zu beobachten, wie ich am Flusskrebs constatirte, wenn man dem Thier z. B. nur eine Scheere amputirt: Contractionen des Schwanzes und der Extremitäten, Bewegungen auf der Unterlage, Versuche sich aufzurichten, Fallen auf eine Seite, u. dgl. m. — ohne dass ich jene weitläufige Schilderung reproduciren will die das post hoc mit dem propter hoc verwechselt — lauter Documentationen die von dem Schmerz, der Wuth des Thieres und dem Bestreben zeugen Insulte abzuwehren, und man sieht also wie durchaus unberechtigt Schlussfolgerungen aus diesen Beobachtungen auf die Function des Kopfganglions sein würden und auch wirklich sind.

auseinanderziehen, wie man früher meinte [1]), hat Brandt gezeigt wenn auch diese Muskeln die Diastole des Herzens unterstützen können.

Ferner hat Eckhard[2]) am Taschenkrebs (Cancer pagurus) direct einen „Vagus“ nachgewiesen indem er sämmtliche von dem Gehirn nach dem Schlunde und zu den Seiten desselben ziehenden Nerven oder das Gehirn selbst in die Kette nahm und dadurch einen Herzstillstand von 2 Minuten erzielen konnte. Eine Theilung des Herzens ergiebt dass die Bewegungsursachen ausschliesslich in den hinteren Theilen desselben liegen indem der vordere stillsteht, der hintere weiter pulsirt; allein Eckhard hat im Herzen des C. pag. so wenig Ganglien finden können wie Jarshinski[3]) in dem von Ast. fluv. und meine Bemühungen bei dem letztgenannten Thier um denselben Punkt sind ebenfalls trotz vieler Mühe nur von negativem Erfolg gewesen. Allerdings glückte es mir ein einziges Mal ein Gebilde zu finden das allem Anscheine nach eine Ganglienzelle repräsentirte, allein da es mir bei der Durchmusterung vieler Herzen nie wieder vorgekommen ist so kann ich keinen Werth darauf legen. Ich stellte meine Untersuchungen an mit allen jetzt gangbaren Reagentien auf Nervensubstanz und Ganglien: Anilin und Essigsäure nach dem Vorgang von Friedländer, Goldchlorid, Ueberosmiumsäure, Doppelchromsaures Kali, in gefrornem Zustande mit Kochsalz u. dergl. m..

Ebenso hat Brandt[4]) für das Insektenherz — er beobachtete an der Afterraupe von Cimbex betulae, den Rau-

---

[1]) Milne Edwards: Leçons sur la Physiologie et l'Anat. comp. 1858. III. 183.

[2]) Beiträge etc. 1867. IV.

[3]) Brandt l. c. S. 116.

[4]) Mélanges biol. 1866, S. 103.

pen von Pontia brassicae, Bombyx rubi, Sphinx tiliae, an Locusta verrucivora u. a. m. — gezeigt dass die Diastole auch ohne die Seitenmuskeln, nicht durch diese wie ebenfalls Milne Edwards[1]) annimmt, also aus im Herzen selbst liegenden Ursachen zu Stande kommt. Er beobachtete ferner[2]) einen länger dauernden Stillstand in Diastole auf Reizung mit Inductionsschlägen wenn die Zuleitungsdrähte ziemlich weit (4 bis 7 Mm.) auseinander standen und das Herz zwischen sich fassten. Einen ähnlichen Stillstand kann man z. B. am Froschherzen hervorrufen, worauf ich weiter unten zurückkommen werde; ich erkläre denselben aus einer überwiegenden Reizung der nervösen Hemmungsapparate im Herzen und sehe daher in dieser Beobachtung von Brandt den Nachweis einer Hemmungsvorrichtung analog derjenigen höherer Thiere.

Auch E. H. und Ed. Weber[3]) schon haben am Herzen der Weidenraupe auf electrische Reizung einen Stillstand des vorderen Theiles desselben beobachtet während der hintere fortschlug.

Nach allem diesen scheinen mir Hemmungsvorrichtungen auch an dem Herzen wirbelloser Thiere wirksam zu sein. Es könnte für diese Annahme misslich erscheinen dass der Nachweis von Ganglien nicht geführt ist, allein einestheils dürfen die negativen Resultate nicht von ferneren Untersuchungen abschrecken und anderntheils steht und fällt der Vorgang der Hemmung nicht nothwendigerweise mit dem Vorhandensein der bekannten Arten von Ganglienzellen.

---

[1]) l. c. III. 220.
[2]) l. c. S. 108.
[3]) Müller's Archiv 1846.

Das Hemmungsnervensystem am Herzen von Fischen.

Schon in seiner Arbeit über Muskelbewegung sagt Eduard Weber[1]) dass er an Fischen einen Stillstand auf Vagus-Reizung hervorgerufen habe ohne jedoch nähere Angaben zu machen an welchen Fischen er beobachtete.

Valentin[2]) sah Herzstillstand auf Reizung des verlängerten Markes, des Rückenmarkes und einzelner Gehirntheile bei der Aesche (Thymallus vexillifer Ag.), der Forelle (Salmo fario), der Quappe (Lota vulgaris) und der Schleie (Tinca chrysites Ag.). Auch das Caudalherz des Aales (Anguilla vulgaris) dessen Schlagzahl durch Zerstörung des Rückenmarkes nach Hyrtl[3]) nicht geändert wird, was Eckhard[4]) allerdings nicht bestätigt, brachte er — bei einer Pulszahl von 98—102 in der Minute — auf Hindurchleitung von electrischen Strömen zum Stillstand; nach Unterbrechung

---

[1]) Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. 1846. S. 46.
[2]) Lehrbuch der Physiologie. 1847. II. 2. 473.
[3]) Müller's Archiv. 1843.
[4]) Beiträge zur Anatomie und Physiologie. III. 167.

der Ströme klopfte es einige Augenblike später von Neuem fort.

Stannius[1]) hat den Stillstand des Herzens auf electrische Reizung der Med. obl. und der Wurzeln des N. vagus nachgewiesen bei der Scholle (Pleuronectes) und dem Stör (Accipenser).

Rudolf Wagner[2]) sagt dass der Weber-Budge'sche Versuch am schönsten bei Fischen gelänge; beim Hecht (Esox fluviatilis) z. B. hat er auf Electrisirung der Vagus-Wurzeln einen Stillstand von 2—3 Minuten und mehr erhalten; er bemerkt ferner dass unmittelbar nach dem Stillstand nach Entfernung der Electroden das Herz viel rascher schlägt, z. B. normal 1 Schlag in 3—6 Secunden, nach der Reizung 3—4 Schläge in 1 Secunde. Er hat ferner am Fischherzen den Stannius'schen Versuch wiederholen können.

Endlich hat C. E. E. Hoffmann[3]) bei dem Karpfen (Cyprinus carpio) nach „Durchschneidung der Rami pharyngei inferiores und oesophagei[4]) ein Häufigerwerden der Pulsationen gesehen, während schon beim Durchleiten von Inductionsströmen durch die genannten Aeste der einen Seite, bei nur einiger Stärke dieser Ströme, das Herz auf die Dauer der Durchleitung stille stand." Ganglien hat dieser Forscher in dem Ventrikel selbst nie finden können — wohl im Verlaufe des Vagus, im Vorhof und in der Nähe der Atrioventricularklappen — während doch Bidder und Rosenberg[5]) anführen „dass bei Fischen die N. septi ant.

---

[1]) Das peripherische Nervensystem der Fische. 1849. S. 84.

[2]) Gött. gel. Anz. 1853. Nachr. No. 8. S. 67.

[3]) Beiträge zur Anatomie nnd Physiologie des N. vagus bei Fischen. 1860.

[4]) Aus denen der Ramus cardiacus N. vagi entspringt.

[5]) Citirt nach Schmidt's Jahrbüchern, Bd. 100, S. 155. Die Origi-

und post., nachdem jeder ein Ganglion gebildet, bevor er in den Ventrikel tritt, in diesem wiederum durch einen Haufen Ganglienzellen gehen, von da an aber sich nicht weiter in der Substanz der Ventrikel verfolgen lassen."

Ich selbst habe hierher gehörig nur zwei Versuche beizubringen:

1. an einer Plötze (Leuciscus rutilus) an deren herausgeschnittenem Herzen ich auf directe Reizung des Sinus mit Inductionsströmen einen Stillstand erzielte, und
2. an einem 1 Pfund schweren Aal (Anguilla vulgaris) dessen Sinus ich ohne das Herz herauszunehmen indem ich dasselbe zurückschlug mit schwachen Inductionsströmen — 1 Daniell'sches Element, Rollenabstand 150 Mm. — reizte; folgendes halte ich der Mittheilung aus dieser Beobachtung werth:

12h	55m	Reizung des Sinus. Stillstand bis
1h	12m	als ich den Strom unterbrach; sofort trat Pulsation ein und zwar schnellere als vor der Reizung. 18 Schläge in ¼ Minute, während vorher nur 10 gewesen waren.
1h	14m	11 Schläge in ¼ Minute, gereizt, sofort Stillstand bis
1h	30m	als ich den Strom unterbrach und den Versuch schloss.

Also konnte ich durch Reizung des Herz-Sinus einen ununterbrochenen Stillstand von 17 und

---

nalangaben habe ich nicht finden können. In der Rosenberger'schen Dissertation: de centr. mot. cordis, Dorpat 1850 suchte ich vergebens.

16 Minuten erzielen. Meine Gründe dafür dass es sich um die Reizung der Endapparate des Vagus nnd nicht um eine Ermüdung der motorischen Apparate handelt werde ich weiter unten beibringen; bei fortgesetzter Beobachtung hätte der Stillstand wohl noch länger angehalten, wie mich analoge Versuche an Frösche vermuthen lassen.

Das Hemmungsnervensystem am Herzen von Amphibien.

Frösche.

Da ausser an den warmblütigen Thieren hauptsächlich am Frosch der Einfluss des N. vagus auf das Herz studirt ist und darüber eine höchst ausgebreitete Literatur existirt, deren Inhalt in den allgemein zugänglichen Lehrbüchern der Physiologie zu ersehen ist, so halte ich es nicht für angezeigt über frühere Versuche mich zu verbreiten. Ich beschränke mich auf die Mittheilung einiger neuer Thatsachen welche den Mechanismus des regulatorischen Herznervensystems betreffen.

1. Der Sinusstillstand.

Dass man durch Reizung des Herzsinus und der Vena cava Stillstand erzielen kann ist seit lange bekannt. Eduard Weber[1]) sagt: „Lässt man die Drähte auf den pulsirenden Theil der Vena cava wirken, so steht das Herz, wie nach Entfernung des Ankers vom Rotationsapparate still, oder

[1]) Wagner's Handwörterbuch, 1846. III. 2, 36.

geht durch Verminderung der Zahl seiner Schläge allmälig zum Stillstand über." Allein setzt man jene Partie einige Zeit der Wirkung des Apparates aus so[1]) „kehrt nach einiger Zeit die anfangs suspendirte Herzthätigkeit von selbst zurück, und lässt sich dann ohne völlige Ertödtung des Herzens gar nicht wieder unterbrechen."

Ferner Heidenhain:[2]) „An der oberen Grenze der Vorhöfe nnd dem Venensinus wiegt der Hemmungsapparat des Herzens vor, an der unteren Grenze der Vorhöfe und dem Ventrikel der Bewegungsapparat, wie schon daraus hervorgeht, dass electrische Erregung dort Herzstillstand hier Vermehrung der Pulsfrequenz herbeiführt."

Wie man sieht ist hier nur die Rede von einem wenn auch verhältnissmässig langen so doch vorübergehenden Stillstand. Es ist mir auch nicht bekannt dass man beim Frosch durch electrische Reizung einen längeren Stillstand in Diastole beschrieben hätte als einen von 6 Minuten. Bezold[3]) sagt: „Die längste Dauer des Stillstandes, die ich durch rhythmische Reizung ein und derselben Strecke der beiden Vagi vom Frosche erzeugt habe betrug 6 Minuten. Das Herz schlug zuerst 72 Mal in der Minute und wurde dann durch 64 starke Doppelreize die ich in der Minute durch den Vagus schickte, 6 Minuten lang zu absolutem Stillstande gebracht. Unmittelbar nach Aufhören der Reizung schlug das Herz wieder 60 Mal in der Minute." Dann[4]): „Ich glaube nicht, dass es bis jetzt gelungen ist, die gleiche Dauer durch Tetanisirung ein und derselben Nervenstrecke des Vagus zu erzielen." B. hätte es an dieser Stelle wohl bemerkt wenn ihm überhaupt ein

---

1) l. c. S. 47.
2) Archiv von Reichert und du Bois-Reymond, 1858. S. 498.
3) Virchow's Archiv 1858, S. 18.
4) l. c. 26.

längerer Stillstand irgendwie durch electrische Reizung erzielt bekannt geworden wäre.

Ich habe nun gefunden dass man vom Sinus aus einen unvergleichlich längeren Stillstand des Herzens hervorrufen kann als durch Vagus-Reizung. Ein solcher Sinusstillstand lässt sich nach Stunden zählen, ja es gelingt ihn so lange dauern zu lassen dass das Herz gar nicht wieder zu schlagen beginnt. Wenn man dasselbe blosslegt und jenen Falz durchtrennt der es an der hintern Ventrikelwand mit dem hintern Blatte des Pericardiums verbindet, so kann man es zurückschlagen mit der Spitze dem Kopfe des Thieres zu so dass der Sinus frei und leicht zugänglich da liegt. Durch eine entsprechende Lagerung des Frosches ist es zu verhindern dass das Herz in seine ursprüngliche Lage zurückfällt. Setzt man nun die Electroden in Form zweier etwa 2—3 Mm. von einander entfernter Nadeln auf den Sinus so erzielt man bei mässig oder schon ziemlich starken Strömen einen Stillstand der stundenlang dauern kann. Es gelingt dieses zwar nicht immer da man nicht an jedem Präparat die Stelle empirisch ermittelt durch deren Reizung mit einer zu suchenden Stromstärke dieser lange Stillstand erreicht wird. Ich bin nicht in der Lage die Stelle genau angeben zu können die sich am vortheilhaftesten zeigte um diesen Effect zu geben; es richtet sich zu gleicher Zeit nach der Stärke der Ströme und manchmal ist es gerathen die Reizung näher den Vorhöfen, manchmal sie näher den Venen anzubringen; man bemerkt oft schon bei einer leisen Verschiebung der Electroden den Vorhöfen zu Pulsationen auftreten.

Nachstehende Beispiele mögen die verschiedenen Erfolge dieser Art Versuche versinnlichen:

I. Rana temporaria.

1 Daniell'sches Element, Du Bois-Reymond'scher Schlittenmagnetelectromotor.

$11^h\ 48^m$ den Sinus gereizt mit mittelstarken Strömen bis

$11^h\ 53^m$ In diesen 5 Minuten waren 7 Contractionen zu zählen, wovon 5 sehr schwach. 30 Secunden nachdem zu reizen aufgehört war trat der regelmässige Puls wieder ein. Pause bis

$11^h\ 58^m$ Anfang der neuen Reizung, ununterbrochen gereizt bis

$11^h\ 8^m$ In diesen 10 Minuten 7 Contractionen die aber bemerkenswerther Weise nicht vom Sinus wie gewöhnlich sondern vom Ventrikel ausgehen; es handelt sich also wohl um störende äussere Einwirkungen.

$11^h\ 11^m$ mit etwas verstärktem Strom gereizt bis

$11^h\ 15^m$ In diesen 4 Minuten 3 Contractionen. Sowie der Strom geöffnet wird beginnen die regelmässigen Pulsationen wieder und zwar jetzt vom Sinus und Vorhof aus wie normal.

$11^h\ 17^m$ gereizt, Stillstand bis

$11^h\ 19^m$ es folgt eine Contraction; zu reizen aufgehört.

$11^h\ 22^m$ gereizt, Stillstand bis

$11^h\ 24^m$ zu welcher Zeit eine Contraction auftritt und weiter gereizt bis

$11^h\ 28^m$ In diesen 4 Minuten 5 Contractionen wieder vom Ventrikel aus.

$11^h\ 32^m$ gereizt mit noch stärkeren Strömen bis

11ʰ 38ᵐ In diesen 6 Minuten 8 Contractionen vom Ventrikel aus.

11ʰ 54ᵐ mit ad maximum verstärkten Strömen gereizt bis

11ʰ 58ᵐ In diesen 4 Minuten 4 Contractionen.

Also gelang es in diesem Versuch nie einen Stillstand zu erzielen der ohne Unterbrechung länger als 2 Minuten dauerte, wenn auch die Zahl der bei fortwährender Reizung erfolgenden Contractionen sehr gering war.

II. Rana temporaria.

1 Daniell.

Es wurde die Grenze zwischen Sinus und Vorhöfen gereizt und ein Stillstand von 10 Minuten erzielt. Nach Aufhören der Reizung trat nach 6 Secunden die erste Pulsation ein; bei weiterer Reizung erfolgte in 12 Minuten keine Pulsation und nach Aufhören der Reizung die erste nach 20 Secunden; ein fernerer Stillstand von 10 Minuten bei fortwährender Reizung und nach 1½ Minuten die erste Contraction nachdem zu reizen aufgehört.

Hier also wurden schon längere Stillstände erreicht und dieselben nur willkürlich durch Unterbrechung der Reizung beendet um das Herz auf seine Erregbarkeit zu prüfen; die Dauer der Nachwirkung der Reize erscheint danach eine verschiedene. Einmal trat nach 6 Secunden schon, einmal nach 20 Secunden und einmal erst nach 1½ Minuten die erste Pulsation ein.

III. Rana temporaria.

1 Daniell.

1ʰ 23ᵐ 12 Herzschläge in ¼ Minute.

1ʰ 30ᵐ den Sinus gereizt mit derjenigen Stromstärke die

zuerst Stillstand ergab indem man die secundäre Spirale der primären ganz allmälig näherte; es war dies bei einem Rollenabstand von 80 Mm.. Gereizt bis

2^h —^{m} Stillstand ohne Unterbrechung, nur am Sinus ganz leise Bewegung zu beobachten. Während des Stillstandes erfolgte auf leise mechanische Reizung stets eine Contraction. Als die Reizung aufgehört trat nach 5 Secunden die erste Pulsation ein, sofort von der zweiten gefolgt, worauf wieder mit der Reizung begonnen wurde. Fortwährender Stillstand bis

2^h 31^m Das Herz auf seine Erregbarkeit geprüft durch Unterbrechung des Stromes; nach 25 Secunden die erste Pulsation. Zu reizen fortgefahren bis

3^h —^{m} dauernder Stillstand. Aufgehört zu reizen. Nach 35 Secunden die erste Pulsation und sofort Wiedereinstellen eines Rhythmus von 10 in $^1/_4$ Minute. Schluss des Versuches.

Hier ist also ein $1^1/_2$ Stunden lang dauernder Stillstand demonstrirt der nur einige Male durch momentane Oeffnung des Stromes unterbrochen wurde um zu sehen wie schnell die Contractionen wieder begönnen. Der Stillstand wäre in diesem Falle wohl auch noch weiter zu protrahiren gewesen wie ich ein Recht habe aus anderen Versuchen zu schliessen, wo eben das Herz gar nicht wieder zu schlagen begann wenn ich die Reizung unterbrach, indem es unter derselben abgestorben war.

Dieser auf Sinus-Reizung erfolgende Stillstand ist unabhängig von den Erregungen welche die ausserhalb desselben verlaufenden Stämme der N. vagi treffen, er erfolgt auch wenn diese durchschnitten sind in der Nähe ihres Austrittes oder ganz nahe dem Herzen; er erfolgt ferner

selbst wenn der Ventrikel durch einen Schnitt von der Spitze zur Basis getheilt ist, während wie ich oben mittheilte Vagus-Reizung das Herz dann nicht mehr zum Stillstand bringen kann; er erfolgt ferner nach Nicotin-Vergiftung wenn die Stämme der Vagi keine Erregung mehr übertragen, ebenso nach Curare-Vergiftung und es scheint mir hierdurch der stricte Beweis gegeben dass die Vagus-Endigungen durch diese Gifte nicht gelähmt werden, sondern dass nur die Verbindung des Stammes mit den End-Apparaten gelöst resp. für Nervenreize undurchgängig gemacht wird. Denn dass es sich bei dem ganzen Phänomen um den Erregungszustand eines hemmenden Apparates und nicht um die Ermüdung oder Erschöpfung eines motorischen handelt geht wohl aus der Thatsache des schnellen oft schon nach wenigen Secunden erfolgenden Wiedereintritts der rhythmischen Pulsationen hervor; handelte es sich um eine Erschöpfung, so wäre eine so schnelle Restitution nicht gut denkbar und ohne Analogie. Allerdings wissen wir zur Genüge dass der durch Reizung ermüdete Nerv vollständig unabhängig von der Blutcirculation und der Ernährung nur durch Ruhe seine frühere Reizbarkeit zurück erhalten kann, wir kennen diese erst neuerdings wieder von Virchow[1]) betonte „functionelle Restitution", allein diese Thatsache gilt nur dann wenn die Reizungen verhältnissmässig kurze Zeit gedauert haben und die Erschöpfung oder Ermüdung eine gewisse Grenze nicht überschreitet, dann genügt eben schon eine kurze Ruhezeit. Dass aber nach einer stundenlangen Reizung und eben so lang dauernden Erschöpfung die Zeit von wenigen Secunden ausreichen sollte eine functionelle Restitution zu ermöglichen, das scheint mir den bekannten Gesetzen der organischen Lebensthätigkeit nicht

---

[1]) Virchow's Archiv, XXXXIV. Bd. S. 146 u. folg..

entsprechend und ich betrachte daher die von mir beigebrachte Thatsache des dauernden Sinus-Stillstandes als einen Beweis dafür, dass es sich um die Reizung eines Hemmungsapparates im Herzen selbst handelt und als eine weitere Entkräftung der Schiff-Moleschott'schen Theorie.[1])

Ich will es unerörtert lassen ob der durch die Stannius'sche Ligatur erzeugte Stillstand mit dieser Sinus-Reizung in Analogie zu setzen ist (Heidenhain) oder nicht.

Die Endausbreitung des Vagus und den Hemmungsapparat identificire ich desshalb vollständig mit einander, weil kein ausreichender Grund vorliegt diese als zwei Vorrichtungen getrennt anzunehmen, im Gegentheil wohl Gründe die mich bestimmen sie als sich deckend zu betrachten. Dass dieser Hemmungsapparat seine Erregungen nicht nur durch die N. vagi erhält sondern auch durch locale Ursachen — Blutcirculations-Verhältnisse, Einwirkung von giftigen Substanzen u. dergl. m. — beeinflusst werden kann halte ich für durchaus wahrscheinlich. Dass der Stillstand auch erfolgte wenn der Ventrikel bis zu den Bidder'schen Ganglien hin angeschnitten ist hat meiner Ansicht nach seinen Grund darin dass die directe electrische Reizung der Hemmungsapparate mehr Effect hat als die mechanische der Bidder'schen Ganglien und dass jener diesen daher überdeckt und nicht zur Geltung kommen lässt.

---

[1]) Eine kurze aber starke Reizung des Sinus ist von einem mehre Secunden dauernden Stillstand gefolgt und ich will die Möglichkeit nicht läugnen, wenn auch die Nothwendigkeit dieser Deutung nicht vorliegt, dass es sich hierbei eben so gut um die vorübergehende Lähmung oder Erschöpfung motorischer Apparate handeln könnte wie um die Reizung hemmender mit Nachwirkung; vielleicht ist im ersteren Sinne die Beobachtung zu deuten, die Herr Professor Rosenthal wie er mir mittheilt vor längerer Zeit gemacht hat, dass nach Nicotin-Vergiftung eine solche starke und kurze directe Reizung des Sinus einen Stillstand hervorrief der die Reizung um mehre Secunden überdauerte.

Ich theile also nicht die Ansicht von Goltz[1]) der sagt: „Je länger ich aber mich mit Herzversuchen beschäftigt habe, desto fester ist bei mir die Ueberzeugung geworden, dass die Ganglien der Gegend des Sinus keine wesentlich andere Bedeutung haben wie die anderen Herzganglien.“

Aber meine Ansicht schliesst nicht etwa aus dass auch die Impulse zur rhythmischen Contraction vom Sinus ausgehen könnten; es verhalten sich eben die excitirenden und hemmenden Apparate nicht gleich gegenüber zugeführten Reizen oder es kann durch solche der eine oder der andere zu einem überwiegenden gemacht werden, wie die gleich mitzutheilende Thatsache der Intermittenz des Herzschlages anschaulicher machen wird. Durch die oben gegebenen Versuche ist zugleich einem Gedanken Milne Edwards'[2]) nachgekommen der einmal bemerkt: „Il serait intéressant de voir si un courant d'induction dirigé sur le point même où l'application d'une ligature paralyse temporairement le coeur, déterminerait des effets analogues, tandis que, dirigé sur le ventricule, il excite, comme on le sait, des contractions convulsives dans tout cet organe.“

Nach Injection einer kleinen Dosis jenes Pfeilgiftes der Mintras — bez. mit No. 220 — dessen Wirkung auf das Herz Rosenthal[3]) beschreibt konnte ich den Stillstand auf Sinus-Reizung nicht mehr hervorrufen und schliesse also dass dieses Gift in kleinen Dosen den Hemmungsapparat lähmt, während es in grösseren Dosen ebenso wie das Nicotin in grösseren Dosen, ebenso wie das Digitalin als ein Muskelgift des Herzens angesehen werden muss, da es das Muskelfleisch des Herzens direct in eine nicht wieder weichende Gerinnung oder Contraction überführt.

---

[1]) Virchow's Archiv, 1862, Bd. XXIII, S. 510.
[2]) Leçons sur la Phys. etc. 1859. IV. 167.
[3]) Archiv von Reichert und du Bois-Reymond 1865.

2. Die Intermittenz des Herzschlages.

Dieses Phänomen ist zu erzielen wenn man ununterbrochen längere Zeit Inductionsströme von einer gewissen Intensität durch das Herz sendet in einer gleich näher anzugebenden Weise; es tritt dann zuerst ein Stillstand ein der je nachdem nach einiger Zeit wieder zeitweiligen Contractionen Platz macht, die von Stillstand gefolgt sind, diese wieder von Contractionen u. s. f. bei stetem Durchleiten der Ströme.

Es war z. B. — und auf diese Weise wurde ich zuerst auf das Phänomen aufmerksam — das Herz zwischen die Electroden genommen derart, dass dieselben beiderseits mehre Millimeter vom Herzen abstanden. Um

12^h $—^m$	begann der Versuch und bald entwickelte sich das abwechselnde Spiel von Ruhe und Thätigkeit das stundenlang anhielt. z. B.:
2^h $38\frac{1}{2}^m$	Stillstand in Diastole bis
2^h 40^m	(2^h 39^m hatte der Vorhof schon leise Bewegungen gemacht.) 11 starke Contractionen des Ventrikels bis zur Entleerung, dann einige leise abklingende bis zur vollständigen Ruhe.
2^h $40\frac{1}{4}^m$	Stillstand bis
2^h 41^m	leise Contractionen des linken Vorhofs, dann 14 Contractionen des Ventrikels in 30 Secunden.
2^h $41\frac{1}{2}^m$	Stillstand bis
2^h $42\frac{3}{4}^m$	u. s. f..
3^h 20^m	war noch dasselbe Verhalten zu beobachten als der Versuch geschlossen wurde.

Ich habe dieses Phänomen sehr oft gesehen in mehr

oder weniger ausgesprochenem Masse; an dieser Stelle genüge aber die Mittheilung dieses einen Versuches da ich in einem der folgenden Abschnitte, bei den Schlangen, darauf zurückkommen werde. Bei der Anordnung obigen Experimentes ist es klar dass es sich um Stromschleifen durch das Herz handelt die es derart treffen müssen dass verschiedene Theile zu gleicher Zeit einer Erregung ausgesetzt werden. Da wir aber schon sahen dass jener dauernde vom Sinus aus zu erzielende Stillstand durch eine leise Verschiebung der Electroden den Vorhöfen zu durch Contractionen unterbrochen wird, so lag es nahe am Sinus nach Stellen zu suchen von denen aus diese Intermittenz hervor zu rufen sei. Diese Stelle ist auch in der That etwas näher den Vorhöfen zu finden, jedoch ist bei diesem Versuch die nothwendige Stromstärke für jedes Präparat noch mühsamer zu ermitteln als bei dem Sinus-Stillstand. Es entwickelt sich auch oft wenn man diesen schon längere Zeit hat anhalten sehen die Intermittenz von selbst aus demselben; hört man auf zu reizen so tritt sofort die regelmässige normale Pulsation wieder ein.

Durch Reizung der Vagi ist sie nicht zu erzielen; auch ist sie unabhängig von den Veränderungen die eine mässige Nicotin- und Curare-Vergiftung zu Wege bringt, was nach dem im vorigen Abschnitt Mitgetheilten auch nicht anders zu erwarten war. Nur ist man manchmal genöthigt nach dieser Vergiftung den Strom etwas zu verstärken um das Phänomen zu erhalten.

Ich meine diese Intermittenz des Herzschlages sei recht dazu angethan den Kampf und die Wechselwirkung zu veranschaulichen in denen die excitirenden und hemmenden Apparate des Herzens stehen. Es ist aber immerhin sehr auffallend dass trotz einer ununterbrochenen Reizung welche beide Apparate gleichzeitig wenn auch vielleicht in verschiedener

Stärke je nach der Aufsetzung der Electroden trifft, bald der eine zur Wirkung kommt während doch der andere zur selben Zeit auch gereizt wird und bald dieser wieder, während jenen auch die Reize treffen.

Rosenthal hat einmal [1] um überhaupt das Zustandekommen rhythmischer Bewegungen aus stetig wirkenden Reizen zu veranschaulichen ein Beispiel gewählt das auch für den vorliegenden Fall sehr lehrreich ist. Es ist das folgende: Ein stehender unten durch eine von einer Feder festgehaltenen Platte geschlossener Cylinder in den stetig von oben Wasser einfliesst. Der Druck des zugeflossenen Wassers auf die Feder ist in unserm Fall durch die erregenden Momente repräsentirt, die Kraft der drückenden Feder durch die hemmenden. Wird die Feder fester angedrückt (Reizung der hemmenden Apparate) so muss mehr Wasser zufliessen ehe sie durch den Druck desselben überwunden werden kann und es treten jetzt in dem Ausfluss des Wassers grössere Pausen ein trotzdem es stetig zufliesst; (längerer Stillstand trotzdem auch die motorischen Apparate stetig gereizt werden) der Ausfluss aber dauert länger da sich mehr Wasser ansammeln konnte das ausfliesst wenn der Widerstand einmal überwunden ist. (Eine Reihe von Pulsationen hintereinander, die auch ihre nähere Analogie finden könnten in einer Vibration der Verschlussplatte, hervorgerufen durch das übermässig starke Abziehen derselben wenn einmal das Wasser den Widerstand überwunden hat, so dass dasselbe nicht auf einmal sondern in Intervallen abfliessen würde.)

Jener immer dauernde Sinus-Stillstand war nun hervorgerufen durch eine so starke Reizung der hemmenden

[1]) Die Athembewegungen etc. 1862. S. 242.

Apparate (oder um im Bilde zu bleiben durch ein so starkes Andrücken der Platte durch die Feder) dass die motorischen Impulse die Widerstände nicht überwinden konnten (dass überhaupt kein Wasser ausfloss) und nach diesem hat die Erscheinung nur noch das auffallende dass ein nervöser Apparat so lange Zeit hindurch soll in einem Zustande der Erregung gehalten werden können, während wir doch gewohnt sind anzunehmen dass die Erregung von Nerven und Ganglien nicht lange anhalten kann ohne Erschöpfung. Auf diesen Punkt werde ich im Verlaufe meiner Mittheilungen zurückkommen.

---

3. Herzstillstand auf Rückenmarks-Durchschneidung.

Ich füge eine kleine gelegentlich gemachte Beobachtung hier an die darin besteht, dass man nach Blosslegung des Herzens wenn man das Rückenmark zwischen der Medulla oblongata und dem siebenten Wirbel durchschneidet einen kurzdauernden Stillstand des Herzens in Diastole erhält. Es handelt sich hier um eine Reizung der durch den Schnitt getroffenen im Rückenmark zur Med. obl. verlaufenden Sympaticusfasern die reflectorisch durch den Vagus den Herzstillstand vermitteln.[1])

---

[1]) Goltz, Virchow's Archiv 1863, Bd. XXVI und Bernstein, Archiv von Reichert und du Bois-Reymond, 1864. Uebrigens hat Brown-Séquard schon im Jahre 1856 (Recherches sur les Capsules surrénales, Paris) diesen Reflexmechanismus nachgewiesen. In seinem Course of lectures on the Physiology and Pathology of the central nervous system Philadelphia, 1860, heisst es S. 1859: „I have made a great many experiments, which show positively that a sudden excitation of the abdominal sympathetic nerve sometimes kills, and often diminishes the movements of the heart, by a reflex action (Rech. s. l. Caps. surr. Paris 1856). The excitation goes up to the spinal cord, chiefly along the great splanchnic nerve, and ascends the spinal cord until the place

Dass dieses wirklich der Fall ist kann man dadurch beweisen dass nach Vagus - Durchschneidung oder nach Vergiftung mit Nicotin oder dem Pfeilgift Akar-ipo [1]) dieser Stillstand auf Rückenmarks-Durchtrennung nicht mehr eintritt. [2])

---

of the origin of the par vagum, and through this pair of nerves it comes to the heart. This is proved by the fact that a section of either the par vagum, or the spinal cord, or the splanchnic nerves, allows any kind of irritation to be made on the abdominal sympathetic without a stopping taking place in the heart."

[1]) Rosenthal, Archiv von Reichert und du Bois-Reymond, 1865.

[2]) Einen Versuch betreffend den Einfluss des einen Vagus auf den andern beim Frosch werde ich in einem späteren Abschnitt besprechen.



Das Hemmungsnervensystem am Herzen von Reptilien.

a. Schlangen.

In der Literatur sind mir keine hier einschlägigen Beobachtungen bekannt geworden. Mir schienen Versuche an Schlangen schon desshalb angezeigt weil bei ihnen wegen der vom Kopfe weit entfernten Lage des Herzens die Vagi sehr lang sind und daher besser als beim Frosch ein Verschieben der Electroden gestatten, falls durch locale Ermüdung die Reize nicht mehr bis zum Herzen geleitet werden. Es entfernt sich bei den verschiedenen Schlangengattungen das Herz nicht in gleicher Weise vom Kopfe; meist liegt bei denen mit kurzem Schwanze das Herz diesem näher, weiter vom Kopfe entfernt als bei langschwänzigen, — die meisten Giftschlangen sind kurzschwänzig — allein dieses Verhältniss ist durchaus nicht durchgreifend wie behauptet worden ist[1]). Keinenfalls ist ein causaler Zusammenhang deutlich zwischen der Länge des Schwanzes

---

[1]) Schlemm, in Tiedemann und Treviranus' Zeitschrift, 1827, II. S. 101.

und der Lage des Herzens. Im Allgemeinen liegt das Herz dann weiter vom Kopfe entfernt wenn die Lunge diesem näher liegt als das Herz und rückt dem Kopfe näher wenn die Lunge erst am Herzen oder unter dem Herzen beginnt. Da bei den Schlangen alle Organe lang gestreckt sind und nebeneinander nicht Platz haben sondern nur hintereinander so ist die Variation in der Lage des Herzens und der Lunge sehr in die Augen springend. Bei den von mir zu physiologischen Experimenten — weil lebend in unserer Gegend leicht zugänglich — benutzten Schlangen, der Ringelnatter (Tropidonotus natrix) und der Kreuzotter (Pelias Berus), liegt das Herz so weit vom Kopfe entfernt dass wie bei keinem andern bis jetzt zu Vagus-Experimenten verwertheten Thiere eine Verschiebung der Electroden dem Herzen zu möglich ist; die brauchbare Länge der Nerven ist je nach der Grösse des Thieres von 6 bis zu 12 Zoll und mehr; da dieselben jedoch sehr zart sind so empfiehlt es sich zur Schonung bei der Präparation und zur Erhaltung während des Gebrauches, zum Schutze vor Vertrocknung, die art. corotis mit in die Ligatur zu nehmen und da nicht alle Schlangen zwei gemeinschaftliche Carotiden besitzen sondern manche nur eine[1]) und gerade zu diesen letzteren Pelias Berus gehört, so thut man gut an der Seite an welcher die Carotis fehlt — der rechten — einen Theil des Oesophagus mit dem Vagus zusammen frei zu präpariren. Ich befestigte die Schlangen mit Nägeln auf den Tisch und um die giftigen für alle Fälle unschädlich zu machen schnitt ich ihnen den Kiefer mit den Giftzähnen weg oder decapitirte sie.

Aus meinen Versuchen theile ich folgendes mit:

---

[1]) **Rathke**, Denkschriften der k. k. Academie der Wissenschaften zu Wien. XI. Bd. 1856.

I. Pelias Berus L., Kreuzotter.

(Dum. et Bib. Erp. gén. VII. 1395.)

10^h 45^m decapitirt, Vagi präparirt, durchschnitten und auf die Electroden gelegt, die Anordnung ist so getroffen, dass mit einer Pohl'schen Wippe je nach Belieben der Strom durch den rechten oder den linken oder beide N. vagi gehen konnte. 1 Daniell. Rollenabstand 125 Mm..

10^h 53^m 10 Pulse in ¼ Minute.

10^h 55^m rechter Vagus gereizt. Stillstand bis

10^h 56^m es erfolgte eine Pulsation; linker Vagus gereizt, Stillstand bis

10^h $56\frac{1}{2}^m$ aufgehört zu reizen und die ganze Vorrichtung mit dem Präparat unter eine grosse feuchte Kammer gebracht. Es zeigte sich nun dass die Reizung des rechten Vagus weniger wirksam war als die des linken. Wurde dieser gereizt so stand das Herz 2 Minuten still und machte dann 1 bis 2 Pulsationen in den folgenden Minuten bei fortdauernder Reizung, während nach Reizung des rechten Vagus das Herz nur ¼ Minute stillstand und dann bei fortdauernder Reizung 2 Pulsationen in jeder Viertel-Minute auftraten. Die Reizung fand ziemlich nahe dem Kopfe zu statt bei einer Länge der Vagi von 8 Zoll. Wurde auch näher zum Herzen gereizt (1½ bis 2 Zoll von demselben entfernt) bei stärkeren Strömen (Rollenabstand 90 Mm.) so war

doch keine Aenderung zu beobachten. Während 1½ Stunden wurde der Versuch fortgesetzt: der rechte Vagus war weniger wirksam als der linke. Längerer Stillstand als 2 Minuten war aber mit diesem auch nicht zu erzielen, wohl eine dauernde Verlangsamung bei ununterbrochener Reizung.

12h 15m wurde der Sinus direct gereizt mit mässigen Strömen (Rollenabstand 140 Mm.), allein auch so konnte ich keinen längeren absoluten Stillstand als den von 2 Minuten erzielen.

12h 39m Versuch geschlossen.

Im Leibe des Thieres fand ich 10 Eier mit ausgebildeten Embryonen deren Herzen kräftig pulsirten. Ohne weitere Vorsichtsmassregeln gegen Verdunstung u. dgl. erhielt sich an einem Ei der Herzschlag volle 24 Stunden lang.

In diesem Versuch wurde auf Vagus- und Sinus-Reizung also nur ein 2 Minuten langer Stillstand erreicht, aber eine dauernde Verlangsamung der Pulsationen.

II. Pelias Berus.

Anordnung des Versuches wie beim Vorigen.

12h 10m linker Vagus gereizt, Rollenabstand 80 Mm.. Stillstand bis

12h 12m es erfolgte eine Pulsation; nun der rechte Vagus gereizt; Stillstand bis

12h 14m eine Pulsation; linker Vagus gereizt; Stillstand bis

12h 15m zu reizen aufgehört; sofort traten schnelle

und ausgiebige Pulsationen ein. Das Herz wurde aber bald sehr träge so dass ich den Versuch nicht fortsetzen konnte. Das Thier lebte schon lange in der Gefangenschaft in heisser Sommerzeit (25° R.). Absoluter Stillstand war also nur 2 Minuten lang erzielt, aber der Versuch erweist auch wie wenn die Wirksamkeit eines Vagus nachlässt, die Reizung des andern wieder den vollen Effect hervorbringt, ein Punct den ich in einem späteren Abschnitte erörtern werde.

III. Tropidonotus natrix L., Ringelnatter.

(Dum. et Bib. Erp. gén. VII. 555.) Grosses Exemplar. Die Anordnung der Versuche ist stets dieselbe.

11^h	$8^1/_2{}^m$	rechter Vagus gereizt. Stillstand bis
11^h	$11^1/_2{}^m$	aufgehört zu reizen; nach 20 Secunden die erste Pulsation. nach einer Minute wieder regelmässige Contractionen von 8 in $^1/_4$ Minute.
11^h	$15^1/_2{}^m$	linker Vagus gereizt; Stillstand bis
11^h	$20^1/_2{}^m$	zu reizen aufgehört; nach 15 Secunden die erste Pulsation, nach 25 Secunden regelmässiger Puls von 9 in $^1/_4$ Minute.
11^h	29^m	rechter Vagus gereizt; Stillstand bis
11^h	$45^1/_2{}^m$	also $16^1/_2$ Minuten; um diese Zeit erfolgte eine spontane schwache Pulsation; es wurde ununterbrochen weiter gereizt.
11^h	$46^1/_2{}^m$	erfolgte wieder eine spontane Pulsation und
11^h	53^m	hatte sich trotz der Reizung ein Puls von 6 in $^1/_4$ Minute herausgebildet.
11^h	54^m	linker Vagus gereizt. Stillstand bis
12^h	7^m	also 13 Minuten; es erfolgte eine Pulsation bei fortwährender Reizung.

12 h	8 m	eine Pulsation.
12 h	8½ m	eine Pulsation.
12 h	9 m	eine Pulsation; jetzt der rechte Vagus gereizt der inzwischen in Blut gebadet wurde; Stillstand bis
12 h	16½ m	also 7½ Minuten; durch mechanische Reizung des Ventrikels eine Pulsation ausgelöst; zu reizen aufgehört; nach 20 Secunden die erste Pulsation, nach 30 Secunden regelmässiger Herzschlag.
12 h	18½ m	rechter Vagus weiter gereizt bis
12 h	21 m	dann und wann erfolgte eine Pulsation.
12 h	22 m	linker Vagus gereizt, ebenfalls dann und wann eine Pulsation.
12 h	24 m	zu reizen aufgehört um den Nerven Ruhe zu gönnen.
12 h	29 m	8 Pulse in ¼ Minute.
12 h	34 m	linker Vagus näher dem Herzen gereizt, Stillstand bis
12 h	55 m	also 21 Minuten; demnach handelte es sich bei der aufgetretenen Ermüdung nur um locale im Vagus-Stamme, nicht um eine der Endigungen desselben — der Hemmungsapparate — im Herzen.
1 h	45 m	Ende des Versuches, nachdem also 2½ Stunden lang der Hemmungsapparat des Herzens mit nur kurzen Unterbrechungen sich wirksam erwiesen hatte.

Der längste absolute Stillstand war 21 Minuten. An dem herausgeschnittenen Herzen wurden dann auch die Stannius'schen Versuche mit Erfolg gemacht.

IV. Tropidonotus natrix.
Kleineres Exemplar.

Der linke Vagus wirkte nicht auf Reizung; ob er bei der Präparation verletzt worden, war nicht erfindlich. Das Thier wurde ganz in die feuchte Kammer gebracht und nur der rechte Vagus gereizt.

11ʰ 28ᵐ	zu reizen angefangen. Stillstand bis
11ʰ 45ᵐ	eine spontane Pulsation; die Electroden dem Herzen etwas näher aufgesetzt unter fortwährender Reizung. Stillstand bis
12ʰ 13ᵐ	zu reizen aufgehört, nach 5 Secunden die erste Pulsation: sofort weiter gereizt. Stillstand bis
12ʰ 20ᵐ	eine spontane Pulsation; also ein nur von einer Pulsation unterbrochener Stillstand von 52 Minuten bei Reizung nur eines Vagus, abgesehen von jener einen 12ʰ 13ᵐ willkürlich herbeigeführten Pulsation.
12ʰ 23ᵐ	gereizt. Stillstand bis
12ʰ 31ᵐ	eine Pulsation; Strom etwas verstärkt, Stillstand bis
12ʰ 45ᵐ	eine Pulsation; den Nerv weiter zum Herzen hin freigelegt und den Strom geschwächt: Rollenabstand 180 Mm..
12ʰ 48ᵐ	gereizt, Stillstand bis
1ʰ —ᵐ	eine spontane Pulsation, Strom verstärkt: Rollenabstand 160 Mm.; Stillstand bis
1ʰ 4ᵐ	eine spontane Pulsation; Strom verstärkt: Rollenabstand 140 Mm.; Stillstand bis
1ʰ 14ᵐ	zu reizen aufgehört, nach 5 Secunden

die erste Pulsation; weiter gereizt, Stillstand bis

1 h 28 m eine spontane Pulsation, Strom verstärkt: Rollenabstand 120 Mm.; Stillstand bis

1 h 35 m zu reizen aufgehört, nach 3 Secunden eine Pulsation; weiter gereizt, Stillstand bis

1 h 39 m eine spontane Pulsation, Strom verstärkt, Rollenabstand 100 Mm., Stillstand bis

1 h 44 m eine spontane Pulsation, Strom verstärkt, Rollenabstand 80 Mm., Stillstand bis

1 h 46½ m eine spontane Pulsation, Strom verstärkt, Rollenabstand 60 Mm., Stillstand bis

1 h 51 m eine spontane Pulsation, Strom verstärkt, Rollenabstand 40 Mm., Stillstand bis

1 h 54 m eine spontane Pulsation, Strom ad maximum verstärkt, Stillstand bis

1 h 58 m leise Pulsationen. Versuch geschlossen.

Also zeigte sich der Hemmungsapparat 2½ Stunden lang reizbar mit kurzen Unterbrechungen trotzdem nur **ein** Vagus benutzt werden konnte. Bei den letzten starken Strömen gingen als die Electroden nahe dem Herzen dem Vagus aufgesetzt waren Stromschleifen durch das Herz selbst und es traten wurmförmige Bewegungen auf die mit dem „Wogen und Wühlen“ das Schelske auf Vagus-Reizung im Wärmestillstand beschrieben hat[1]) identisch sind. Auf Reizung des Sinus trat ebenfalls Stillstand ein.

[1]) S. oben S. 12.

V. Tropidonotus natrix.

10^h	55^m	17 Pulse in $^1/_4$ Minute.
10^h	57^m	rechter Vagus durchschnitten, 15 Pulse in $^1/_4$ Minute.
11^h	$-^m$	17 in $^1/_4$ Minute.
11^h	8^m	13 in $^1/_4$ Minute.
11^h	11^m	12 in $^1/_4$ Minute; linker Vagus unterbunden. Im Moment der Unterbindung Verlangsamung.
11^h	$12^1/_2{}^m$	12 in $^1/_4$ Minute.
11^h	20^m	9 in $^1/_4$ Minute.
11^h	25^m	das Thier etwa 6 Zoll unterhalb des Herzens durchschnitten. Im Moment der Durchneidung Herzstillstand der reflectorisch durch die Vagi nicht vermittelt sein konnte da diese durchschnitten waren.
11^h	26^m	8 Pulse in $^1/_4$ Minute.
11^h	37^m	6 in $^1/_4$ Minute. Das Präparat in die feuchte Kammer gebracht und nun die Vagi abwechselnd gereizt jeden immer 5 Minuten lang.
11^h	39^m	rechter Vagus gereizt, Rollenabstand 160 Mm..
11^h	45^m	linker Vagus gereizt.
11^h	46^m	leise Pulsation, Strom versärkt, Rollen abstand 140 Mm..

11^h	50^m	rechter Vagus gereizt	dauernder Stillstand
11^h	55^m	linker „ „	
12^h	$-^m$	rechter „ „	
12^h	5^m	linker „ „	
12^h	10^m	rechter „ „	
12^h	15^m	linker „ „	

u. s. f. von 5 zu 5 Minuten gewechselt; ich gebrauchte die Vorsicht mehre Male die Nerven ein klein wenig näher dem Herzen auf die Electroden zu schieben und es wurde nun der Stillstand von keiner Pulsation unterbrochen bis

1 h 39 m als ich zu reizen aufhörte. Es trat nun nach 30 Secunden eine schwache Contraction ein, allein das Herz machte nur noch 2 oder 3 Pulsationen überhaupt und schlug dann nicht wieder; ich beobachtete es bis 4 Uhr. Auf directe mechanische oder electrische Reizung erfolgte anfangs nur eine Contraction später keine mehr, das Herz gerieth in Todtenstarre. Ich prüfte die Vagi noch im Sinne von Schiff auf ihre motorische Wirksamkeit indem ich versuchte ob ich jetzt vielleicht durch schwache oder starke Reizung derselben Pulsationen auslösen könnte, allein ohne Erfolg. Die Körper-Muskeln waren noch reizbar. Dass ein in Diastole stillstehendes Herz schneller abstirbt als ein nicht gereiztes, ist nicht auffallend, da ja dieselbe bald venös werdende Blutmasse es tränkt, während diese bei einem schlagenden Herzen stets erneuert wird. Und die Thatsache dass ein gereiztes Herz selbst wenn es nicht arbeitet eher abstirbt als die Körper-Muskeln erfordert meiner Ansicht nach auch keine besondere Erklärung.

Abgesehen also von den 3 oder 4 schwachen Pulsationen die noch erfolgten als ich zu reizen aufhörte erzielte dieser Versuch einen dauernden Stillstand und ich denke wenn ich nur kurze Zeit noch weiter gereizt hätte so würden selbst diese nicht haben Platz greifen können. Es sind also die Vagi und ihre Endigungen länger reizbar als das Herz lebt, d. h. es stirbt während der Reizung der Hemmungsapparate ab und dass dieses Absterben schneller vor sich geht wenn nicht eine einzige Pulsation den Still-

stand unterbricht ist wohl erklärlich, da selbst die Erneuerung des Blutes die durch eine Contraction von 10 zu 10 oder von 20 zu 20 Minuten erfolgt dem Herzen eine längere Reizbarkeit wird ertheilen können.

Dieser dauernde Stillstand des Herzens auf Vagus-Reizung schliesst sich in seiner Bedeutung dem dauernden Stillstand auf Sinus-Reizung beim Frosche an.

VI. Tropidonotus natrix.

Ich wollte untersuchen ob ich einen eben so lang dauernden Stillstand auf Sinus-Reizung erzielen könnte, allein derselbe hielt nur 13 Minuten an; die Reizung geschah an der Sinus- und Vorhofsgrenze welche Stelle sich an diesem Präparat als am wirksamsten erwiesen hatte.

VII. u. VIII. Tropidonotus natrix.

Ebenso bei diesen Versuchen. Kein dauernder Sinus-Stillstand, wohl aber dauernde Verlangsamung auf 1 bis 2 Schläge in der Minute.

IX. Tropidonotus natrix.

Herzschlag sehr schwach; die Vorhöfe bluterfüllt pulsiren erst nachdem sie vom Blut entlastet sind. Reizung des Sinus nahe der Vena cava giebt Stillstand. Nach Aufhören der Reizung werden die Pulsationen regelmässig, anfangs aber contrahirt sich auffallenderweise nur der Ventrikel rhythmisch, die Vorhöfe bleiben absolut ruhig.

11^h 12^m	Reizung des Sinus, Rollenabstand 130 Mm., Stillstand bis
11^h $17^1/_2{}^m$	Athembewegungen lösten 8—10 Pulsationen aus, wobei ich bemerke dass trotz der Eröffnung der Visceralhöhle spontane

regelmässige Athembewegungen gemacht werden.

11^h 18^m Sinus gereizt; Stillstand bis

11^h 19$^{1/2 m}$ eine spontane Pulsation; aufgehört zu reizen.

11^h 20^m 9 Schläge in 1/4 Minute.

11^h 22^m Reizung des Sinus, Rollenabstand 130 Mm., Stillstand bis

11^h 26^m Pulsation in Folge von Athembewegungen.

11^h 26$^{1/4 m}$ Stillstand auf Reizung bis

11^h 31^m spontane Pulsation.

11^h 31$^{1/2 m}$ spontane Pulsation, zu reizen aufgehört.

11^h 32^m 13 Schläge in 1/4 Minute

u. s. f..

Es glückte mir nie längereren Sinus-Stillstand hervorzurufen als einmal einen von 15 Minuten; das war schon eine Ausnahme, da er gewöhnlich nur kürzere Zeit anhielt. Die Stannius'schen Versuche gelangen.

X. Tropidonotus natrix.

Der längste Sinus-Stillstand war einer von 4 Minuten; die Stannius'schen Versuche gelangen.

XI. Tropidonotus natrix.

Beide Vagi zusammen am Halse gereizt, 1 1/2 Zoll vom Herzen entfernt; es erfolgte ein Stillstand von 12 Minuten.

XII. Tropidonotus natrix.

Das Thier decapitirt und beide Vagi zusammen gereizt 1 1/2 Zoll vom Herzen entfernt.

11^h 28^m zu reizen angefangen, Stillstand bis

11ʰ 37ᵐ	zu reizen aufgehört und das Thier 5 Zoll unterhalb des Herzens durchschnitten, da es starke störende Bewegungen machte.
11ʰ 40ᵐ	zeigte sich eine Intermittenz des Herzschlages wie ich sie oben schon beim Frosch beschrieben habe, z. B. in 12 Secunden 8 Schläge, dann 15 „ Ruhe, in 12 Secunden 8 Schläge, 20 „ Ruhe, u. s. f..
11ʰ 49ᵐ	die Electroden etwas näher dem Herzen aufgesetzt und gereizt; Stillstand bis
12ʰ 15ᵐ	also 26 Minuten. Versuch geschlossen.

XIII. Tropidonotus natrix.

4ʰ 56ᵐ	beide N. vagi zusammen gereizt; Stillstand bis
5ʰ 5ᵐ	zu reizen aufgehört; erst nach 1 Minute trat Pulsation ein und nicht regelmässige. Das Herz war sehr bluterfüllt und prall gespannt, daher punktirte ich die Aorta und liess Blut ab.
5ʰ 14ᵐ	regelmässige Pulsation von 12 in $^1/_4$ Minute.
5ʰ 15ᵐ	beide Vagi zusammen gereizt 2 Zoll vom Herzen. Stillstand bis
6ʰ 21ᵐ	also 1 Stunde 6 Minuten; zu reizen aufgehört; sofort traten schwache Pulsationen auf die aber lange Zeit schwach blieben.
6ʰ 32ᵐ	auf mechanischen Reiz eine Reihe von schnellen Contractionen; am Ventrikel

gereizt pulsirt dieser zuerst und dann der Vorhof, aber oft schon bei der zweiten Pulsation geht die Rhythmik vom Vorhof aus. Der linke Vorhof pulsirt immer 13 Mal in $\frac{1}{4}$ Minute, wenn auch die anderen Herztheile träger sind.

6^h 36^m Intermittenz. z. B.

in 20	Secunden	6 Schläge,
10	„	Ruhe,
in 15	„	6 Schläge,
10	„	Ruhe,
in 5	„	2 Schläge,
25	„	Ruhe,
in 45	„	37 Schläge,
30	„	Ruhe,
in 1	„	1 Schlag,
20	„	Ruhe,
in 40	„	37 Schläge,
32	„	Ruhe,
in 35	„	23 Schläge,
45	„	Ruhe,
in 40	„	32 Schläge,
40	„	Ruhe,
in 37	„	98 Schläge,
20	„	Ruhe,
in 20	„	11 Schläge,
10	„	Ruhe,
in 18	„	12 Schläge,
27	„	Ruhe,
in 45	„	94 Schläge,

u. s. f..

6^h 55^m die Pulsationen dauerten länger, während

die Ruhezeiten dieselben blieben; beide Vagi gereizt; Stillstand bis

7 h — m zu reizen aufgehört, nach 1 Minute selbständige Pulsation.

7 h 13 m zeigt das Herz noch die Intermittenz mit langen Pausen und langandauernden Pulsationszeiten. Auf Reizung der Vagi steht es noch still.

7 h 20 m Versuch geschlossen.

Aus den mitgetheilten Versuchen an Schlangen erhellt also u. A. dass man — wenigstens an der Ringelnatter — vom Vagus aus einen immer dauernden Stillstand hervorrufen kann, während dies nicht gelingt durch Sinus-Reizung durch die man nur dauernde Verlangsamung des Herzschlages erzielt. Die ebenfalls beobachtete Intermittenz, die auftrat ohne dass gleichzeitig gereizt worden, deutet auf analoge Anordnung der nervösen Organe im Schlangenherzen wie in dem des Frosches. Die Stannius'schen Versuche gelingen.

---

b. Eidechsen.

Aus der Literatur sind mir keine Versuche bekannt geworden; die meinigen beschränken sich auf zwei an Lacerta viridis angestellte. Ich fand dass die N. vagi sich in physiologischer Beziehung sowohl als auch ihrer anatomischen Lage nach ähnlich wie beim Frosch verhalten; vom Sinus aus aber konnte ich keinen dauernden Stillstand erzielen. Die Hohlvenen münden gesondert in den Vorhof[1]) und ich beobachtete dass beide Venen selbständig

[1]) s. Brücke, Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Physiologie des Gefäss-Systems 1852 S. 12.

pulsirten. Setzte ich nun die Electroden auf die eine Vene in die Nähe der pulsirenden Stelle so stand diese still sammt den Vorhöfen und Ventrikeln, dagegen zeigte die andere Vene schnelle und kleine Contractionen, die endlich auf die Vorhöfe übergriffen und das Herz rhythmisch pulsiren machten. Wenn ich nun diese reizte so stand sie still mit Vorhöfen und Ventrikeln, jene erste Vene pulsirte allein und ihre Pulsationen griffen endlich ebenfalls auf das Herz über.

Ich hebe dieses Verhalten als interessant hervor im Anschluss an die von Eckhard[1]) erwiesene Bedeutung der selbständigen Venenpulsation.

---

c. Blindschleiche.
(Anguis fragilis.)

In der Literatur fand ich keine Beobachtung mitgetheilt. Ich stellte die folgende an:

Die Vagi sind nicht sehr lang da das Herz dem Kopfe näher liegt als die Lungen.

10^h 45^m	16 Pulsationen in $^1/_4$ Minute. Den Sinus gereizt, kein dauernder Stillstand, sondern bei fortwährender Reizung nur dauernde Verlangsamung auf 4 Schläge in $^1/_4$ Minute.
10^h 54^m	aufgehört zu reizen, sofort 15 Schläge in $^1/_4$ Minute.
10^h 55^m	Sinus gereizt; Stillstand 10 Secunden, dauernd gereizt.

[1]) Beiträge u. s. w. I.

10h 56m 4 Schläge in 1/4 Minute bei fortwährender Reizung.

11h —m 6 Schläge in 1/4 Minute bei fortwährender Reizung.

Ich constatire noch das bemerkenswerthe Factum dass bei einem Rollenabstand von 80 Mm. immer Beschleunigung des Pulses auftrat, bei 90 Mm. aber Stillstand und dauernde Verlangsamung.

---

d. Schildkröten.

Aus der Literatur sind mir nur die neueren Versuche von Fasce Luigi und Abbate Vincenzo[1]) bekannt deren Resultate ich aus den Jahresberichten für Physiologie von 1867 ersah. Diese Forscher haben Untersuchungen an 5 grossen Seeschildkröten angestellt und gefunden dass Reizung der N. vagi Verlangsamung des Herzschlages und Stillstand des Herzens in Diastole bewirke; dieser ist von einzelnen Pulsationen unterbrochen; auf mechanische Reizung während desselben erfolgt einmalige Systole; die Wirkung der Reizung überdauert diese; Durchschneidung der Vagi vermehrte die Pulsfrequenz nicht.

Es ist mir ferner bekannt dass in manchen physiologischen Laboratorien der Vagus-Stillstand schon an Schildkröten demonstrirt ist, allein Mittheilungen sind so weit ich erfahren habe nicht darüber gemacht worden.[2])

---

[1]) Ricerche sperimentali sui nervi del cuore nelle tartarughe marine (Chelonia Cauana) Estratto dal giorn. di scienza naturali ed. econ. Vol. III. 13 p. p. Palermo.

[2]) Herr Professor Stricker in Wien hatte die Freundlichkeit mir

Meine Versuche sind folgende:

I. Emys lutaria Marsili,

(Cistudo europaea Gray; Dum. et Bib. Erpét. gén. II. 220) gemeine europäische Sumpfschildkröte; grosses Exemplar (6–7 Zoll lang) aus Nord-Deutschland.

Bei der Präparation der N. vagi fiel mir ein im Verlaufe derselben jederseits nach aussen hin liegendes grösseres Ganglion auf das einen Seitenzweig vom Rückenmark her erhält, bei dessen Austritt aus dem Wirbelkanal ebenfalls eine gangliöse Anschwellung liegt und das vielleicht eine Analogie bietet zu dem Ganglion stellatum beim Kaninchen.

Die Reizung des linken N. vagus ist ohne Einfluss auf das Herz; ob man die Electroden nahe dem Herzen wo der Nerv sich über die Gefässe legt oder fern von demselben, diesseit oder jenseit des beschriebenen Ganglion aufsetzt; auch die Reizung des Seitenastes des Ganglion ist auf den Herzschlag ohne Wirkung, ebenso seine Durchschneidung.

Die Reizung des rechten N. vagus bewirkt Stillstand wenn auch nicht von langer Dauer.

II. Emys lutaria,

gross, aus Nord-Deutschland.

10^h	30^m	15 Schläge in 1/4 Minute, rechter Vagus unterbunden.
10^h	32^m	13 Schläge in 1/4 Minute, rechter Vagus durchschnitten.
10^h	34^m	17 Schläge in 1/4 Minute; auf Reizung des rechten Vagus erfolgt Stillstand.

---

mitzutheilen dass er für Vorlesungsversuche stets nur beide N. vagi zusammen gereizt habe um Stillstand zu erzielen.

10ʰ	39ᵐ	18 Schläge in 1/4 Minute; linker Vagus unterbunden und durchschnitten.
10ʰ	40 1/2ᵐ	18 Schläge in 1/4 Minute. Die Reizung des linken Vagus ist wieder ohne Wirkung. Wo demselben auch die Electroden angelegt werden bei allen Stromstärken schlägt das Herz ungeändert fort.
11ʰ	16 1/2ᵐ	rechter Vagus gereizt, Stillstand bis
11ʰ	18ᵐ	eine spontane Pulsation auf Bewegung des Thieres; immer wenn der Stillstand im weiteren Verlaufe des Versuches eine Minute etwa gedauert hatte machte dasselbe starke, Pulsationen auslösende Bewegungen. Fortwährend gereizt bis
11ʰ	30ᵐ	dauernde Verlangsamung des Pulses auf 3 Schläge in 1 Minute; weiter gereizt bis
11ʰ	42ᵐ	Verlangsamung auf 6 Schläge in 1 Minute; aufgehört zu reizen.
11ʰ	43ᵐ	12 Schläge in 1/4 Minute. Versuch geschlossen. Die Stannius'schen Versuche gelingen auch am Schildkrötenherzen.

III. Emys lutaria,
gross, aus Nord-Deutschland.

10ʰ	32ᵐ	9 Schläge in 1/4 Minute; rechter Vagus unterbunden; momentaner Stillstand und Verlangsamung.
10ʰ	33ᵐ	wieder 9 Schläge in 1/4 Minute.
10ʰ	37ᵐ	9 Schläge in 1/4 Minute.

10h	37½m	linker Vagus unterbunden; kein Einfluss.
10h	38½m	9 Schläge in ¼ Minute
10h	42m	rechter Vagus wirksam, linker nicht, selbst wenn die Reizung dicht am Herzen statt findet.
10h	51m	9 Schläge in ¼ Minute; rechter Vagus gereizt; immer nur ein Stillstand von ½ bis 1 Minute.
10h	58m	Strom verstärkt; Stillstand bis
11h	3m	starke Bewegungen des Körpers in deren Gefolge sich Pulsationen einstellen.
11h	16½m	rechter Vagus gereizt, Stillstand bis
11h	27½m	zu reizen aufgehört, sofort Pulsation. Also ein Stillstand von 11 Minuten bei Reizung nur eines Vagus; weiter gereizt bis
12h	—m	nur dann und wann eine Pulsation, zuerst alle 1—2 Minuten, dann alle ½ Minute. Auf Sinus-Reizung erfolgte kein Stillstand.

IV. Emys lutaria,

gross, Nord-Deutschland.

Dieser Versuch ergab im Wesentlichen dasselbe Resultat wie der vorige; der rechte N. vagus war wirksam, der linke nicht; das Herz schlug 9 Mal in der Minute, ob dieser gereizt wurde oder nicht, so dass das Factum als feststehend zu betrachten ist dass der linke N. vagus bei der ausgewachsenen Emys lutaria unserer Gegend keine Hemmungsfasern des Herzens enthält.

Der längste Stillstand auf Reizung des rechten Vagus betrug 4 Minuten, aber eine dauernde Pulsherabsetzung wurde erzielt derart dass in 11 Minuten nur 11 Pulsationen erfolgten. Das blutentleerte Herz zeigte ganz dieselben Erscheinungen.

V. Emys lutaria,

kleines Exemplar (etwa 4 Zoll lang), Fundort unbekannt.

Linker N. vagus nicht wirksam, rechter wirksam wie immer; auf Sinus-Reizung erfolgte Stillstand.

VI. Emys lutaria,

klein, aus Venedig.

Der linke N. vagus enthielt auch Hemmungsfasern, aber es vergingen 30 Secunden ehe die Wirkung eintrat; vorher geschahen noch 20 Pulsationen, während der rechte Vagus sofort wirkte; der durch Reizung des linken Vagus erzielte Stillstand dauerte auch nicht so lange wie der durch Reizung des rechten erzielte.

VII. Emys lutaria,

klein, aus Venedig.

Rechter Vagus wirksam; z. B. Stillstand von 3 Minuten (aufgehört zu reizen). Auf Reizung des linken Vagus trat nur Verlangsamung, nicht Stillstand ein; ohne Reizung 34 Schläge in 1 Minute, mit Reizung 17 in 1 Minute. Diese Verlangsamung war aber auch nicht stets zu erzielen.

Das Resultat der beiden letzten Versuche veranlasste mich die Nicht-Wirksamkeit des linken N. vagus bei ausgewachsenen Thieren derselben Art nochmals zu demonstriren:

VIII. Emys lutaria,
gross, aus Nord-Deutschland.

Das Herz schlug nur 5mal in 1/4 Minute; es war inzwischen kältere Jahreszeit eingetreten in der naturgemäss der Herzschlag herabgesetzt ist. Auf Reizung des rechten Vagus trat sofort Stillstand ein, dagegen war die Reizung des linken wieder vollständig ohne Wirkung; der Herzschlag blieb 5 in 1/4 Minute mit der grössten Regelmässigkeit ob ich den Nerv reizte oder nicht, ob ich nahe an das Herz ging mit den Electroden oder fern von demselben war, ob ich schwächere oder starke Ströme kurze Zeit oder dauernd anwandte.

Am Schlusse dieser Versuchsreihe werde ich mit einigen Bemerkungen auf diese Thatsache zurückkommen.

Um zu untersuchen wie sich andere Schildkröten-Gattungen in Beziehung auf den Mangel an Hemmungsfasern im linken N. vagus verhielten dehnte ich meine Beobachtungen weiter auf folgende Thiere aus:

IX—XI. 3 Exemplare von Clemmys guttata Schneider,
aus Nord-America (Emys guttata Schweigg., Dum. et Bib. Erp. gén. II. 295.)

Beide N. vagi waren in gleicher Weise wirksam. Der längste Stillstand den ich erzielte betrug 2 1/2 Minuten.

XII. Clemmys picta Schneider,
aus Nord-America (Emys picta Schweigg., Dum. et Bib. Erp. gén. II. 297.)

Beide N. vagi wirksam. Bei der Reizung beider zu gleicher Zeit erhielt ich Stillstände von 8 Minuten, 10 Minuten und endlich von 30 Minuten; nach Aufhören der

Reizung traten nach 30 Secunden die ersten Pulsationen ein. Einmal beobachtete ich auffallende wurmförmige sehr schnelle Bewegungen der Vorhöfe ehe geregelte Contractionen nach dem Vagus-Stillstand eintraten.

XIII. Clemmys decussata Bell.,

(Emys decussata Bell., Dum. et Bib. Erp. gén. II. 279) von den Antillen.

Beide N. vagi wirksam. Durch Reizung beider zusammen einen ununterbrochenen Stillstand von einer Stunde erzielt, dann aufgehört zu reizen; Pulsation trat sofort wieder auf. (Ich konnte diesen interessanten Versuch leider nicht fortsetzen.) Die N. vagi waren bei diesem schönen grossen Thier sehr stark und daher leicht vor Vertrocknen zu schützen, das Thier selbst sehr lebhaft und kräftig.

XIV. Testudo graeca L.,

(Dum. et Bib. Erp. gén. II. 49.)

Beide N. vagi wirksam.

Der absolute Mangel an Herz-Hemmungsfasern des linken N. vagus betrifft also unter den benutzten Versuchsthieren nur die ausgewachsenen Exemplare von Emys lutaria aus unseren Gegenden, nicht die kleinen Exemplare derselben Art aus Italien, nicht die Gattungen Clemmys — wenigstens nicht die Arten picta, guttata, decussata — und nicht die Testudo graeca. Die Differenzen in Beziehung auf die Emys lutaria kann ich weiter nicht aufklären, sondern nur meine Vermuthung über dieselben aussprechen. Da mir nie grosse Exemplare dieser Art aus Italien zu Gesicht gekommen sind und da ich trotz meiner darüber eingezogenen Erkundigungen nicht sicher in Erfahrung

bringen konnte ob dort grosse Exemplare vorkommen, vielmehr die positive Behauptung vorliegt dass sie dort nicht grösser existiren, da ferner diese Differenz der N. vagi vorhanden ist, so halte ich es für möglich dass es sich überhaupt um zwei verschiedene Thiere, wenigstens um zwei Varietäten hier handelt welche in eine Art zusammengestellt werden.[1]) Kleine Thiere von hier sind mir zufällig nicht zu Gesicht gekommen (sie werden selten gefangen da sie sich besser verstecken können), wenn nicht etwa das im fünften Versuch benutzte ein solches war. Dass sich mit dem Alter nach dieser Seite hin eine Verschiedenheit ausbilden sollte ist nicht gut denkbar, dass aber in der Thierreihe einmal eine Art vorkommt die in ihrem linken N. vagus überhaupt keine Hemmungsfasern führt ist eine Thatsache, die einer Erklärung bei dem Stand unserer Kenntnisse von der Entwickelung und ihren Gesetzen nicht fähig ist.

Jedenfalls herrscht in den kleinen Exemplaren der Emys lutaria aus Italien auch der Unterschied mit anderen Schildkröten und überhaupt anderen Wirbelthieren, dass der linke N. vagus weniger wirksam ist als der rechte und es bildet diese Erscheinung zu der völligen Unwirksamkeit einen interessanten Uebergang.

Ich konnte mir durch die Präparation keine Ueberzeugung davon verschaffen ob in den betreffenden Individuen der linke N. vagus überhaupt keine Fasern zum Herzen sendet und muss diese anatomische Frage daher offen lassen.

Im Allgemeinen verhalten sich aber die Hemmungs-

[1]) De la Cepède, Hist. nat. des quadrup. ovip. et des serpens 1788 I S. 149 u. 167 unterschied 2 Arten: la Bourbeuse und la Jaune; sie sind später in eine zusammengezogen worden. Eine erneute Untersuchung an der Hand von genügendem Material, das mir für jetzt nicht zu Gebote steht, scheint jedenfalls angezeigt.

nerven des Herzens bei den verschiedenen Schildkröten-Gattungen nicht ganz gleich wenigstens wenn man aus den mitgetheilten Versuchen Schlüsse zu ziehen sich berechtigt sieht. Nach dem im 13. Versuch Gegebenen scheint es bei Clemmys decussata möglich zu sein einen dauernden Stillstand hervorzurufen, bei den anderen Gattungen gelang es nur dauernde Verlangsamung zu erzielen; dass der längste Stillstand bei Emys lutaria, wenn nur ein Vagus disponibel war nur 11 Minuten betrug hat eben aus diesem Grunde nichts Auffallendes. Die Reizung des Herz-Sinus hatte in meinen Versuchen nicht den Effect wie bei Fröschen, allein die grössere Seltenheit und Kostspieligkeit der Thiere erlaubte mir nicht wie bei jenen viele zu opfern um ein verhältnissmässig nicht so wichtiges und werthvolles Resultat zu erzielen; desshalb möchte ich gerade über diesen Punkt noch kein allgemeineres Urtheil aussprechen; überhaupt liegt hier noch ein weites Gebiet interessanter der Bearbeitung werther Versuche da besonders Schildkröten zu physiologischen Experimenten sich trefflich eignen.

Das Hemmungsnervensystem am Herzen von Vögeln.

Schon die Gebrüder Weber[1]) haben Versuche bei Vögeln angestellt ohne nähere Mittheilungen darüber zu geben. Rudolf Wagner[2]) sah bei Vögeln fast nie Stillstand, höchstens 2—3 Secunden lang, sondern nur Verlangsamung der Bewegung; nach der Reizung eine Vermehrung der Pulszahl so dass sie nicht mehr zählbar war. Claude Bernard[3]) sagt: „Nous n'avons pas vu l'arrêt du coeur chez les oiseaux" und sich darauf stützend Milne Edwards[4]): „Il paraîtrait aussi, d'après les expériences de M. Cl. Bernard que l'influence exercée sur le coeur par la galvanisation des nerfs pneumogastriques, est moins grande chez les oiseaux que chez les Mammifères et les Batriciens."

Die ausführlichsten Versuche „über den Einfluss der

---

1) Ed. Weber, Wagner's Handwörterbuch 1846, III, 2, S. 46.

2) Göttinger gelehrte Anzeigen 1853.

3) Leçons sur la Physiologie et la Pathologie du Système nerv. Paris 1858, II, 394.

4) Leçons etc. 1859, IV, S. 151.



N. vagi auf die Herzbewegung bei Vögeln" hat Einbrodt[1]) geliefert der am Huhn und an der Gans experimentirte. Er sagt[2]): „Stillstand des Herzens erfolgt bei Vögeln ebenso wie bei Säugethieren und Fröschen beim Tetanisiren sowohl beider N. vagi als auch nur eines von ihnen." Die längste von ihm erzielte Dauer eines Stillstandes war etwas über eine Minute. Nach der Durchschneidung der N. vagi schwache Vermehrung der Herzschläge (von 24 auf 27, von 27 auf 30, von 18 auf 27 immer in 5 Secunden). Später hat Rudolf Wagner[3]) diese Resultate bestätigt und eine neue Methode der Beobachtung angegeben. Er resümirt folgendermassen: „Bei electrischer Reizung des periferischen Stammes des Vagus am Halse bei Vögeln mit dem Schlittenapparate habe ich später auch öfter Stillstand des Herzens beobachtet, jedoch nie so energisch und dauernd als bei Säugethieren oder gar bei kaltblütigen Wirbelthieren."

Dieses sind die bis dato angestellten mir zugänglichen Mittheilungen über die Herzhemmungsnerven bei Vögeln.

Ich selbst habe leider nur über zwei Versuche zu berichten deren Resultate ich der Vollständigkeit halber hier mit anführe:

1. an einer Mauerschwalbe (Cypselus apus) und
2. an einem Mäusebussart (Falco buteo).

An beiden fand ich beide N. vagi wirksam; bei letzterem dauerte der absolute Stillstand nur sehr kurze Zeit, aber ununterbrochene Reizung hatte sehr starke Verlangsamung zur Folge.

---

[1]) Archiv von Reichert und du Bois-Reymond, 1859, S. 439 folg..
[2]) l. c. S. 443.
[3]) Archiv von Reichert und du Bois-Reymond, 1860, S. 256.

Das Hemmungsnervensystem am Herzen von Säugethieren.

Besonders an Kaninchen, Katzen und Hunden sind ebenso zahlreiche Versuche angestellt worden wie an Fröschen; ich beschränke mich hier ebenfalls in Anbetracht der besseren allgemeinen Bekanntschaft mit denselben auf die Mittheilung einiger neu ermittelter Thatsachen betreffend u. A.:

1. den Einfluss — um es kurz wenn auch nicht genau auszudrücken — des einen Vagus auf den andern, und
2. die Wirkung der lang dauernden Vagus-Reizung.

---

1. Der Einfluss des einen Vagus auf den andern.

Ich wollte untersuchen ob es nicht möglich sei ähnlich wie durch abwechselnde Reizung der N. vagi bei der Schlange bei einem Säugethier einen dauernden Herzstillstand hervorzurufen der aber wegen arteriellen Blutmangels

ähnlich wie die Zuklemmung der Carotiden einen schnellen Tod unter bekannten Erscheinungen zur Folge hätte haben müssen. Da der Herzstillstand in Diastole bei warmblütigen Thieren von geringer Dauer ist, ohne dass man wüsste ob der Grund davon in dem Verhalten des N. vagus liegt oder in den im Herzen befindlichen Endapparaten der Hemmung, so musste bei der abwechselnden Reizung jeder Vagus nur kurze Zeit, etwa 5 oder 10 Secunden von den electrischen Strömen durchflossen werden im Hinblick auf die Erkenntniss dass eine functionelle Restitution nach einer kurzen und leichten Irritation schnell erfolgt.

Schon Panum hat sich[1]) die Frage vorgelegt, ob Irritation der N. vagi einen so lang währenden Stillstand des Herzens hervorrufen könne dass der Tod die Folge davon sei; er stellt folgenden Versuch an einem Hunde an: Künstliche Respiration bei geöffnetem Thorax, die N. vagi gereizt ohne sie zu durchschneiden: Stillstand in Diastole. Die Reizung ist nach einigen Secunden zu Ende; die Herzbewegung stockt völlig trotz der künstlichen Respiration. Nach 5 Minuten war das Herz gegen mechanische, nach 10 Minuten gegen electrische Reize unempfindlich, während alle anderen Muskeln noch reizbar waren. Nach Vagus-Durchschneidung stand das Herz weiter still. Aus diesem einzigen Versuche — denn ein anderer zeigte ihm, dass starke und langdauernde Irritation der N. vagi in ihrer Continuität ein Thier nicht tödten muss – zieht Panum folgenden Schluss: „Eine langwierige Irritation der N. vagi kann bei andauerndem Stillstande des Herzens in der Diastole allerdings tödten, allein diese Folge tritt, selbst bei gleichzeitigen Respirationsstörungen nicht immer ein, da, wenn die Irritation einige Zeit gedauert hat, gewöhnlich Paralyse des Vagus erfolgt.“

[1]) Citirt nach Schmidt's Jahrbüchern, 1858, Bd. 100 S. 148 folg..

Abgesehen davon dass Panum selbst dieser Versuch nur einmal glückte, dass nirgend von einem gleichen Erfolg berichtet wird trotzdem Aehnliches wenn auch zu anderen Zwecken gewiss oft experimentirt worden ist[1]), ferner dass meine Bemühungen kein solches Resultat ergaben und dass also jener schnelle Tod wahrscheinlich eine andere Ursache gehabt hat, werde ich weiter unten zeigen, dass selbst wenn eine starke „Irritation einige Zeit gedauert hat" nicht „Paralyse des Vagus eintritt", dass also der Schluss, der Tod trete desshalb nicht immer ein weil Paralyse des Vagus erfolge, nicht richtig ist und dass vielmehr der Grund wesshalb man bei Säugethieren einen dauernden Stillstand nicht hervorrufen kann nicht in der durch Reizung gesetzten Erschöpfung des Vagus-Stammes liegt, sondern in der minderen Kraft der hemmenden Organe im Herzen selbst gegenüber den excitirenden Impulsen, die andererseits wie wir sahen bei der Ringelnatter z. B. zurück traten und die Erregung der hemmenden nicht überwinden konnten.

Mein Versuch um durch abwechselnde Reizung beider N. vagi dauernden Herzstillstand hervorzurufen war folgender:

Hund, mittelgross,

durch Injection von Morph. acet. in die Vena jugularis dextra narkotisirt; die N. vagi freigelegt und vermittelst einer Pohl'schen Wippe abwechselnd jeden 5 Secunden lang gereizt. Der Stillstand den ich damit erzielte war nur ein

[1]) Herr Professor Rosenthal theilt mir mit dass er schon vor längerer Zeit zu einem andern Zwecke zusammen mit Herrn Leyden einen Versuch angestellt habe in welchem beide N. vagi in ihrer Continuität gereizt wurden, das Resultat aber war ein kurz dauernder Stillstand nach welchem die Pulsationen sich wieder einstellten.

kurzer; es trat z. B. nach 15 Secunden schon die erste Pulsation auf, bei dauernder Reizung nach 20 Secunden die zweite.

Bei Wiederholung nach einer Ruhepause wieder nach 15 Secunden die erste, nach 45 Secunden die zweite Pulsation; Pause; dann nach 45 Secunden die erste, nach 60 Secunden die zweite Pulsation und einen längeren Stillstand konnte ich auch nicht hervorrufen wenn ich die Reizungen länger oder kürzer dauern liess. Ich erzielte sogar einen durchschnittlich längeren Stillstand bei der ununterbrochenen Reizung nur eines Vagus.

Studirte ich nun den Einfluss des einen Vagus auf den andern so zeigte sich folgendes: Geschah die Reizung des 2. Vagus nachdem eine Pulsation angezeigt hatte dass die Wirkung derjenigen des 1. abgeschwächt sei, so hatte sie keinen weiteren Erfolg, die 2. Pulsation trat wie gewöhnlich als wenn mit der Reizung des 1. fortgefahren worden wäre, nach einigen Secunden wieder ein. Geschah dagegen die Reizung des 2. Vagus erst nachdem die Wirkung derjenigen des 1. nur mehr in einer dauernden Verlangsamung des Pulses bestand, so hatte sie wieder Stillstand zur Folge; wurde mit der Reizung dieses nun so lange fortgefahren bis wieder eine dauernde Verlangsamung der ursprünglichen Pulszahl eingetreten war, und jetzt der 1. gereizt, so erfolgte wieder Stillstand. Dagegen erzielte ich durch Reizung beider Vagi einen längeren Stillstand als durch Reizung nur eines, z. B.:

11^h 31^m das Herz schlägt 48 Mal in $^1/_4$ Minute;
linker Vagus: nach 50 Secunden die 1., nach 55 Secunden die 2. Pulsation;
rechter vagus: nach 30 Secunden die 1., nach 35 Secunden die 2. Pulsation;
beide Vagi zusammen: nach 35 Se-

cunden die 1., nach 95 Secunden die 2. Pulsation.

Ruhepause.

rechter Vagus: nach 32 Secunden die 1., nach 35 Secunden die 2. Pulsation;
linker Vagus: nach 60 Secunden die 1., nach 63 Secunden die 2. Pulsation;
beide Vagi zusammen: nach 68 Secunden die 1., nach 70 Secunden die 2. Pulsation.

Ruhepause.

11ʰ 40ᵐ Puls 47 in 1/4 Minute;
rechter Vagus: nach 65 Secunden die 1., nach 68 Secunden die 2. Pulsation;
linker Vagus: nach 65 Secunden die 1., nach 67 Secunden die 2. Pulsation;
beide Vagi zusammen: nach 85 Secunden die 1., nach 105 Secunden die 2. Pulsation.

Ruhepause.

beide Vagi zusammen: nach 90 Secunden die 1., nach 105 Secunden die 2. Pulsation;
rechter Vagus: nach 45 Secunden die 1., nach 50 Secunden die 2. Pulsation;
linker Vagus: nach 60 Secunden die 1., nach 62 Secunden die 2. Pulsation.

Ruhepause.

rechter Vagus: nach 45 Secunden die 1., nach 50 Secunden die 2. Pulsation;
linker Vagus: nach 25 Secunden die 1., nach 40 Secunden die 2. Pulsation;
beide Vagi zusammen: nach 75 Se-

cunden die 1., nach 90 Secunden die 2. Pulsation.

Sehr bald nach Aufhören der Reizung ein Puls von 45 in $^1/_4$ Minute. Zwischen der Reizung z. B. des linken Vagus und dann des rechten machte ich stets einen Augenblick Pause, ebenso bevor ich dann beide zusammen reizte.

Wenn ich nun auch nicht dauernden Stillstand erzielte und damit jene zu erwartende Reihe von Erscheinungen die dem Tode bei dem Mangel arteriellen Blutes im Gehirn vorhergehen müssen, so war doch, wenn der Stillstand länger gedauert hatte eine starke Dispnoe zu beobachten die sich besonders durch ein intensives Kreischen bei der Inspiration bemerkbar machte. Die Inspiration wurde tief und selten; nachdem aber der Versuch einige Zeit gedauert hatte hörte diese kreischende Inspiration ohne dass ich den Grund dafür anzugeben im Stande wäre auf und machte sehr schnellen und flachen, leicht intermittirenden (38 in $^1/_4$ Minute) Platz. Diese Erscheinung beobachtete ich besonders ausgesprochen bei Reizung beider Vagi zusammen, gehe jedoch auf ihre Erörterung hier nicht näher ein.

Aus den mitgetheilten Daten lässt sich folgendes schliessen:

1. die Wirkung der Reizung des einen Vagus hat Einfluss auf die des andern wenn es sich um kurzdauernde Reizung handelt;
2. sie ist ohne Einfluss wenn die Reizung des einen Vagus lange gedauert hat;
3. beide Vagi zusammen gereizt ergeben einen längeren Stillstand als die Reizung nur eines.

Und weiter ist zu vermuthen dass die Endapparate im Herzen derart in einander greifen dass man mit der Reizung eines Vagus selbst die Endapparate des anderen erregen kann, denn sonst müsste die Reizung des 2. Vagus

wieder Stillstand hervorrufen, was nur der Fall ist wenn die Reizung des 1. schon lange gedauert hat; dass damit eine Aenderung der anfänglichen Verhältnisse eingetreten ist beweist eben der erneuerte Stillstand vom anderen Vagus aus. Man ermüdet also durch die Reizung wirklich die Endapparate im Herzen und es wird sich kaum eine Methode finden lassen um einen dauernden Stillstand hervorzurufen, da eben die hemmenden Kräfte hier zu sehr im Nachtheil sind gegenüber den bewegenden. Mit dieser Auffassung kann ich es allerdings nicht so ohne Weiteres zusammen reimen dass die Reizung beider N. vagi zusammen einen längeren Stillstand hervorbringt als die nur eines. Allein während jene Thatsache, dass der eine Vagus nur so lange auf den andern wirkt als die Reizung kurze Zeit dauert sich ohne Ausnahme wiederholte und oft von mir auch am Kaninchen experimentell dargestellt wurde, erzielte ich dieses Resultat nicht immer, wie z. B. folgender Versuch zeigt:

Hund, mittelgross,

narkotisirt, N. vagi präparirt:

rechter Vagus gereizt: nach 10 Secunden die 1., nach 18 Secunden die 2. Pulsation;

linker Vagus gereizt: nach 4 Secunden die 1., nach 8 Secunden die 2. Pulsation;

beide Vagi zusammen gereizt: nach 5 Secunden die 1., nach 18 Secunden die 2. Pulsation.

Ruhepause.

linker Vagus gereizt: nach 5 Secunden die 1., nach 13 Secunden die 2. Pulsation;

rechter Vagus gereizt: nach 4 Secunden die 1., nach 12 Secunden die 2. Pulsation;



beide Vagi zusammmen gereizt: nach 5 Secunden die 1., nach 18 Secunden die 2. Pulsation.

Also hier zeigte sich kein Unterschied in der Dauer des Stillstandes, ob man nur einen Vagus reizte oder beide. Da man aber bei meiner Anordnung des Versuches einwenden kann, dass die Inductionsströme wenn ich beide Vagi reizte für jeden nur halb so stark seien als wenn der ganze Strom durch einen Vagus ging, so benutzte ich den Extrastrom, bei dessen Anwendung dieser Einwurf nicht mehr gemacht werden kann[1]) und erhielt dasselbe Resultat:

Linker Vagus gereizt: nach 4 Secunden die 1., nach 12 Secunden die 2. Pulsation;

rechter Vagus gereizt: nach 4 Secunden die 1., nach 20 Secunden die 2. Pulsation;

beide Vagi zusammen gereizt: nach 5 Secunden die 1., nach 10 Secunden die 2. Pulsation.

Weitere Untersuchungen werden darüber entscheiden müssen wie diese beiden Versuchsresultate zu vereinigen seien.

Beim Frosch, was ich hier einschalte, fand ich in folgendem Versuch das Verhalten etwas anders:

Rana esculenta.

Die N. vagi präparirt und das Herz frei gelegt; beide Vagi wirksam.

Linker Vagus gereizt: Stillstand 40 Secunden, Rollenabstand 130 Mm.;

rechter Vagus gereizt: Stillstand 35 Secunden.

Puls 10 in $^1/_4$ Minute.

---

[1]) Fick, medicinische Physik 1866, S. 376.

Jetzt abwechselnd von 10 zu 10 Secunden die Vagi gereizt; es erfolgte ein Stillstand von $1^1/_2$ Minuten; dann von 5 zu 5 Secunden: der Stillstand dauerte 10 Minuten. Ich hörte auf zu reizen und nach 7 Secunden trat die 1. Pulsation ein. Nach $1^1/_2$ Minuten regelmässige Pulsationen von 11 in $^1/_4$ Minute. Machte ich die Pausen noch kürzer, wechselte ich alle 2 Secunden, so erhielt ich nur einen Stillstand von 2 Minuten. Also scheint die mittlere Dauer die vortheilhafteste. Reizte ich jetzt den linken Vagus bis 3 Pulsationen eintraten nach einem Stillstande von 40 Secunden, so erzielte ich durch Reizung des rechten wieder einen Stillstand von 45 Secunden. Nachdem nun 3 Pulsationen abgelaufen waren reizte ich wieder den linken und es trat nochmals Stillstand ein von 30 Secunden u. s. f..

Also hier war selbst bei kurz dauernden Reizungen kein Einfluss des einen Vagus auf den andern zu constatiren.

Reizte ich jetzt beide Vagi zusammen, so dauerte der Stillstand 75 Secunden, also immer noch länger als bei der Reizung eines.

Beim Frosch also constatirte ich in diesem Versuch wenigstens, dessen Resultate sich jedoch nicht so ohne Weiteres verallgemeinern lassen, dass kein Einfluss des einen Vagus auf den andern statt hat, selbst nicht bei kurzen Reizungen und dass auch hier sich die Reizungen beider Vagi summiren, indem wenn beide zusammen gereizt werden der Stillstand länger dauert als bei der Reizung eines allein. Abwechselnde Reizung von 5 zu 5 Secunden erzeugte einen viel längeren Stillstand als dauernde ein- oder beiderseitig.

Ueberdies verweise ich auf die hier einschlagenden Thatsachen die in den Versuchen bei Schlangen oben mitgetheilt sind.

---

2. Die dauernde Vagus-Reizung.

Ueber die Wirkung derselben ist folgendes behauptet worden:

Eduard Weber[1]) sagt vom Frosch, dass „trotz des fortdauernden Galvanisirens“, allmählig die Pulsation des Herzens sich so beschleunigt, dass sie sich endlich so wiederherstellt wie sie vor dem Versuch zu sein pflegte; und[2]) von der Katze: „bei fortgesetzter Galvanisation der Vagi fingen die Vorkammern von selbst wieder an zu schlagen und erreichten wieder 22 Schläge in 30 Secunden (vorher hatten sie zuletzt ohne Galvanisation 24 Mal geschlagen).“

Nach Rudolf Wagner[3]) tritt bei Säugethieren schon in den dritten 5 Secunden die ursprüngliche Pulszahl wieder ein.

Einbrodt[4]) hat bei Vögeln die Reizung der Vagi eine Minute lang (was schon das Aeusserste war) fortgesetzt und gesehen, dass die Pulszahl während dem nicht die ursprüngliche Höhe wieder erreichte.

Im Allgemeinen gilt die Ansicht, dass nach Vagus-Reizung kürzer oder länger dauernder Herzstillstand eintritt, der dann Pulsationen Platz macht und dass diese bald wieder zu der ursprünglichen Zahl aufsteigen, so dass die weitere Reizung ohne Effect sei. Diese Ansicht ist wie u. A. der folgende Versuch erweist nicht richtig: die Vagus-Reizung kann stundenlang fortgesetzt werden und übt immer ihre Wirkung auf das Herz aus, wenn auch nicht in demselben Masse wie in der ersten Minute der Reizung.

---

[1]) Handwörterbuch der Physiologie. 1846. III. 2, 43.
[2]) l. c. S. 46.
[3]) Gött. gel. Anz. 1854. Nachr. No. 8.
[4]) Archiv von Reichert und du Bois-Reymond, 1859.

Hund.

Versuchsanordnung wie in den oben beschriebenen Versuchen: Du Bois-Reymond's Schlittenmagnetelectromotor, 1 Daniell, Pohl'sche Wippe, Schlüssel; Herzschlag direct auscultirt oder den Puls an der art. car. oder crur. gezählt.

11 h 10 m	N. vagi präparirt.
11 h 17 m	50 Schläge in 1/4 Minute, Rollenabstand 80 Mm.: rechter Vagus gereizt; nach einiger Zeit 10 Schläge in 1/4 Minute; linker Vagus gereizt; nach einiger Zeit 5 Schläge in 1/4 Minute.
11 h 20 m	beide Vagi zu gleicher Zeit gereizt. Der Puls dauernd auf 4 bis 5 Schläge in 1/4 Minute herabgesetzt.
11 h 30 m	Sowie mit der Reizung aufgehört wurde brach die volle Pulszahl wieder ein.
11 h 45 m	beide Vagi von Neuem gereizt ununterbrochen bis
12 h 45 m	Dauernde Herabsetzung während dieser Zeit, also eine Stunde lang, auf 15 Schläge in 1/4 Minute. Wurde aufgehört zu reizen so brach sofort oder nach wenigen Secunden die anfängliche Pulszahl wieder ein; eine kurze Pause genügt um wieder Stillstand hervorzurufen.

Dasselbe habe ich häufig am Hunde und am Kaninchen constatirt. Die Thatsache war auffallend genug um das naheliegende Bedenken aufkommen zu lassen dass es sich hier um unipolare Inductionswirkungen, da man es



mit ziemlich starken Strömen zu thun hat handele, denn es widerspricht den gangbaren Ansichten von der Leitungsfähigkeit eines Nerven dass er im Stande sei bei stundenlanger ununterbrochener Reizung seine natürliche Erregbarkeit zu erhalten.

E. H. Weber[1]) sagt: „Unsere Versuche (am Frosch) lehren, dass der galvanische Reiz, wenn die Med. obl. und die N. vagi 55 Secunden ununterbrochen mit dem Rotationsapparate galvanisirt worden waren, nicht mehr zum Herzen fortgepflanzt wurde, und dass das Herz daher, auch wenn das Galvanisiren fortgesetzt wurde, wieder zu schlagen anfing, weil es durch die Nervos vagos keine Eindrücke mehr empfing und sich also so verhielt als würde es gar nicht mehr galvanisirt. Dieser Versuch, sowie auch die Erfahrung, dass man keinen Einfluss auf den Herzschlag ausüben kann, wenn man die N. vagi vorher an einer Stelle gewaltsam dehnt, beweisen zugleich, dass der galvanische Strom bei unseren Experimenten nur durch die, durch das Leitungsvermögen der Nerven fortgepflanzten Eindrücke auf das Herz wirkte und dass er keineswegs selbst durch diese feuchte thierische Substanz zu dem Herzen hingeleitet wurde.“

Der folgende Versuch zeigt dass es wirklich „das lebendige Leitungsvermögen des Nerven“ ist das die Reize dem Herzen übermittelt.

Hund (klein).

Mit Morph. acet. narkotisirt. N. vagi präparirt und durchschnitten. Puls 53 in $^1/_4$ Minute.

6^h 10^m beide vagi gereizt; Rollenabstand

---

[1]) Müller's Archiv 1846. S. 500.

130 Mm., erst Stillstand, dann langsame Pulsation.

6^h 20^m 10 Schläge in $^1/_4$ Minute bei fortdauernder Reizung.

6^h 21^m den Strom unterbrochen, sofort 60 Schläge in $^1/_4$ Minute.

6^h $21^1/_2{}^m$ beide Vagi weiter gereizt,

6^h 25^m 10 Schläge in $^1/_4$ Minute; fortwährend gereizt.

6^h 30^m 9 Schläge in $^1/_4$ Minute, Strom unterbrochen, sofort 60 Schläge in $^1/_4$ Minute.

6^h 40^m 9 Schläge in $^1/_4$ Minute, bei fortwährender Reizung.

6^h 45^m 10 Schläge in $^1/_4$ Minute, bei fortwährender Reizung.

6^h 50^m 10 Schläge in $^1/_4$ Minute, bei fortwährender Reizung.

7^h $—^m$ 7 Schläge in $^1/_4$ Minute, bei fortwährender Reizung.

7^h 20^m 7 Schläge in $^1/_4$ Minute. Es war also eine Verlangsamung auf noch weniger als $^1/_6$ der ursprünglichen Pulszahl bei fortwährender Reizung eingetreten. Es wurden jetzt beide Vagi mit nassen Seidenfäden unterhalb der Electroden während der Reizung unterbunden so dass die Nerven auf den Electroden sich nicht verschoben. Sofort trat eine Pulsation ein von 45 bis 50 in $^1/_4$ Minute trotz der Reizung.

Die Unterbindung zeigt also dass die dauernde Verlangsamung vorher durch die lebende Nervensubstanz geleitet wurde und dass nicht die Nerven nur als feuchte Leiter dienten. Wenn das aber auch der Fall gewesen wäre so würde doch die Thatsache dass die Vagus-Enden

so lange der Reizung sich nicht entziehen auffallend geblieben sein.

Löste ich jetzt die feste Ligatur wieder, die jedenfalls die Nervenfasern vollständig zerquetscht hatte, so hatte die Reizung weiter keinen Einfluss, dagegen gab Tetanisirung des Vagus näher dem Herzen unterhalb der Ligaturstelle wiederum einen Stillstand.

Da ich bei der Schlange (Tropidonotus natrix) und der Schildkröte (Clemmys decussata) nachgewiesen habe, dass durch Vagus-Reizung mit Inductionsströmen ein stundenlanger Stillstand hervorgerufen werden kann, dass also die Nerven für Reize so lange Zeit empfänglich sind, so findet diese Thatsache in der dauernden Verlangsamung des Herzschlages bei warmblütigen Thieren (Hund und Kaninchen) nur ihr Analogon und mit derselben verliert die Ansicht von der schnellen Ermüdung und Erschöpfung der Nerven an Gewicht.

Nach dieser Erfahrung wird es auch leichter zu beurtheilen sein ob der mit der Dauer der Reizung sich verlierende Einfluss des einen Vagus auf den andern seinen Grund hat in einer Ermüdung des Nerven der die Erregung zu den Endapparaten leiten soll oder in dem Verhalten dieser selbst, und ich bin geneigt es dem letzteren zuzuschreiben. Bei der anfänglichen grösseren Reizbarkeit dieser Endapparate können sie von einem Vagus her alle ad maximum ihrer Erregung versetzt werden und Stillstand des Herzens bewirken, später können die entgegenwirkenden motorischen Impulse wieder etwas zur Geltung kommen und gestatten jedem Vagus nur dem ihm im engeren Sinne zukommenden Gebiete, ohne hinüber zu greifen auf das andere, Reize zu übermitteln; da nun nicht alle hemmenden Organe mehr in Erregung versetzt werden so kann Reizung des zweiten Vagus wieder Stillstand hervorrufen.

Allein ich bin mir des Hypothetischen dieser Ansicht wohl bewusst und meine dass weitere Versuche darüber sicherer werden entscheiden können.

Da anscheinend bei den gangbaren Ansichten dieses Verhalten des N. vagus dass er so lange Reizen zugänglich ist eine Ausnahme bildet, da aber über die Dauer der Leitungsfähigkeit der Nerven im Allgemeinen keine genügenden Versuche vorliegen, wenn man auch weiss dass bei abwechselnder Ruhe und Thätigkeit die Leitungsfähigkeit sich lange erhält, und jene Ansicht sich eigentlich ohne zureichende Gründe gebildet hat, so stellte ich an einem

Kaninchen

noch folgenden Versuch an:

Ich befestigte das Thier auf dem Bauch, legte den N. ischiadicus bloss und den Musculus gastrocnemius, reizte nun den Nerven mit Inductionsströmen ununterbrochen über eine Stunde lang und beobachtete das Verhalten des Muskels. Die zuerst sehr ausgiebige Contraction liess allmälig etwas nach, allein es erhielt sich während der ganzen Zeit (1 Stunde 10 Minuten) der Muskel zusammengezogen; wenn ich nun von Zeit zu Zeit den Strom unterbrach so erschlaffte der Muskel sofort und schloss ich den Strom wieder so contrahirte er sich mit der Anfangs-Stärke, die im Verlaufe der Reizung immer abnahm. Da der Muskel in der Blutcirculation sich befand und keine Arbeit leistete so ist es nicht auffallend dass er die Fähigkeit sich zusammen zu ziehen bewahrte, allein es kommt mir an dieser Stelle nur darauf an eine Analogie für das Verhalten des Vagus hergestellt zu haben und sie bietet sich wirklich durch diesen Versuch, da er beweist dass auch der N. ischiadicus so

lange fortdauernd Reize zu vermitteln im Stande ist. Auch hier stellte ich den Controllversuch mit der Unterbindung an.

Es spricht diese Thatsache sehr zu Gunsten der Möglichkeit eines dauernden Tonus eines Nerven.

Am Kaninchenherzen constatirte ich ferner gleichfalls dass durch directe Reizung des Sinus ein Stillstand erzeugt werden kann.

An einem erst wenige Stunden alten Kaninchen bewirkte Vagus-Reizung ebenfalls Stillstand.

Endlich habe ich noch am

gemeinen Igel, Erinaceus europaeus L.

Stillstand durch Vagus- und Sinus-Reizung erfolgen sehen. Ersteren 45 Secunden lang[1]).

---

[1]) Rudolf Wagner empfiehlt Fledermäuse zu Untersuchungen am Vagus in Beziehung auf das Herz.

Schluss.

Ueberblicken wir die vorstehend mitgetheilten Thatsachen so zeigt sich bei den Wirbelthieren kein wesentlicher Unterschied in Betreff der Wirkung der Herz-Hemmungs-Apparate. Bei allen erfolgt auf Reizung der N. vagi Herz-Stillstand und Verlangsamung der Pulsationen, mit Ausnahme jenes einzigen Falles von Emys lutaria unserer Gegenden bei der der linke N. vagus keine Hemmungsfasern für das Herz enthält. Allein bei den kaltblütigen Thieren spielt doch das Hemmungsnervensystem gegenüber dem motorischen eine noch wirksamere Rolle als bei den warmblütigen. Es deutet darauf schon der unter Umständen auftretende immerwährende Herzstillstand auf Vagus- und Sinus-Reizung der bei warmblütigen Thieren nicht zu erzielen ist. Es deuten darauf ferner die Durchneidungsversuche deren im Vorstehenden noch nicht gedacht ist. Sie sind nur mit Kritik zu verwerthen; denn auf die Blosslegung des Herzens die oft dabei geübt wird, (sie ist selbst bei Fröschen nicht nothwendig um den Herzschlag zu zählen) erfolgt schon meist eine Veränderung des normalen Rythmus und diese kann meiner Ansicht nach selbst im



Stande sein den Effect der Durchschneidung zu überdecken. Bernstein[1]) meint dass die Herabsetzung der Pulszahl bei Eröffnung der Körperhöhle vielleicht eine Folge der starken Abkühlung des Blutes sei. Wenn das wohl gültig sein kann für warmblütige Thiere, so erklärt es doch nicht dasselbe Verhalten bei kaltblütigen wo auch nach Brusthöhleneröffnung eine Schwächung des Herzschlages zu beobachten ist, z. B. bei Schlangen. Panum[2]) erklärt aus dem verschiedenen Verhalten der Herzen warm- und kaltblütiger Thiere in verschiedenen Temperaturen die verschiedene Dauer des Herzschlages nach geöffnetem Thorax je nach der äusseren Temperatur und der Verdunstung und in dieser allgemeineren Form umfasst der Satz alle Fälle.

Es kommt ferner häufig hinzu der die Energie des Herzens schwächende Blutverlust. So scheint es mir denn erklärlich dass man bei kaltblütigen Thieren nicht immer eine Pulsbeschleunigung[3]) nach Vagus-Durchschneidung constatiren kann zumal bei diesen die im Herzen selbst liegenden Hemmungsapparate wie wir gesehen haben so mächtig sind. Es würde sich aus der mangelnden Pulsbeschleunigung nach Durchschneidung auch höchstens folgern lassen dürfen dass bei kaltblütigen Thieren in der Med. obl. kein dauernder Tonus auf den Vagus ausgeübt wird.

Auf der anderen Seite ist durch die Natur der Muskelcontraction der Schlagzahl des Herzens eine Grenze ge-

---

[1]) Archiv von Reichert und du Bois-Reymond 1864.

[2]) Citirt nach Schmidt's Jahrbüchern, 1858.

[3]) Herr Professor Rosenthal theilt mir mit dass es ihm an Fröschen in früheren Versuchen gelungen sei eine Differenz in der Pulszahl zu finden nach der Durchschneidung, so dass 22 Schläge in der Minute statt hatten, während vorher nur 18 gezählt waren. Dieses Resultat ist das Mittel aus vielen Versuchen und Zählungen. Aehnliches ist von anderen Forschern auch erwiesen worden.

setzt; es fällt daher vielleicht die Beschleunigung bei Vögeln deren Pulszahl ohnehin eine sehr hohe ist nicht bedeutender aus; bei ihnen mag auch der Hemmungsmechanismus nicht als ein so wirksamer angelegt sein als z. B. bei Schlangen, Schildkröten und Fröschen. Milne Edwards nimmt, trotzdem er nicht Anhänger der Brown-Séquard'schen Ansicht in Betreff des Herzstillstandes auf Vagus-Reizung ist, doch zur Erklärung der Pulsbeschleunigung nach Vagus-Durchschneidung an dass der Vagus Gefässnerv des Herzens sei, dass Durchschneidung die Gefässe erweitere, et [1]), recevant plus de sang dans leur intérieur, les fibres musculaires circonvoisines sont plus sollicitées à se contracter et entrent en action plus fréquemment que d'ordinaire, bien que leur puissance contractile soit diminuée."

Diese Ansicht erledigt sich durch das eingangs Mitgetheilte über die Brown-Séquard'sche Hypothese von selbst.

Eine vergleichende Deutung der unwesentlicheren Unterschiede in dem Verhalten der Hemmungsapparate des Herzens bei warm- und kaltblütigen Thieren und bei den einzelnen Familien letzterer würde mich auf das Feld der Hypothese leiten das zu betreten ich an dieser Stelle nicht willens bin. Es sind noch zu viele Faktoren unbekannt oder nicht zu analysiren als dass es gelingen könnte für die ganze Thierreihe oder auch nur für einzelne Glieder derselben eine Theorie der Herzbewegungen in ihren Ursachen und in ihrem Verlaufe zu geben der sich alle Thatsachen ungezwungen einordnen; der Rest von Widersprechendem scheint immer zu genügen einen solchen Versuch als unzulänglich sich erweisen zu lassen und so soll man lieber getrost

[1]) Leçons etc. 1859, IV, 159.



der Zeit warten in der eine vermehrte und von Fehlern befreitere Kenntniss des Thatsächlichen uns erlauben wird auch dieses Räthsel zu verstehen. Ich denke es soll sich auch hier bewahrheiten was Alexander von Humboldt einmal[1]) wenn auch nicht in Bezug auf die organischen Naturwissenschaften aussprach:

„Es ist ein sicheres Criterium der Menge und des Werthes der Entdeckungen die in einer Wissenschaft zu erwarten sind, wenn die Thatsachen noch unverkettet, fast ohne Beziehung auf einander da stehen, ja wenn mehrere derselben und zwar mit gleicher Sorgfalt beobachtete sich zu widersprechen scheinen.“

[1]) Kosmos I. 31.

Literaturangaben.[1]

1842 John E. Erichsen: On the influence of the coronary circulation on the action of the heart. London Medic. Gaz. New Series Vol. II. 8. Juli.

1846 J. Budge: Sympathischer Nerv mit besonderer Rücksicht auf die Herzbewegungen. Handwörterbuch der Physiologie von Rudolf Wagner. XIII, 1, 407.

— Ed. Weber: Artikel Muskelbewegung im Handwörterbuch III, 2.

— E. H. Weber: Ueber Ed. Weber's Entdeckungen in der Lehre der Muskelcontraction. Müllers Archiv S. 482.

1850 A. W. Volkmann: Die Hämodynamik nach Versuchen. Leipzig.

— M. Hoffa und C. Ludwig: Einige neue Versuche über Herzbewegung. Henle und Pfeuffer's Zeitschrift, 9. Bd..

— M. Schiff: Ueber den Modus der Herzbewegung. Archiv für physiologische Heilkunde S. 22. Siehe ferner eine Reihe von Artikeln von demselben in Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere.

1851 J. Wallach: Zur Lehre von der Herzbewegung. Müller's Archiv S. 21.

— C. Eckhardt: Zur Theorie der Vagus-Wirkung. Müller's Archiv S. 205.

[1]) Diese Angaben bezwecken nicht ein vollständiges Verzeichniss der hierher gehörigen Schriften zu geben.



1852 F. Bidder: Ueber functionell verschiedene und räumlich getrennte Nervencentren im Froschherzen. Müller's Archiv S. 163.

— H. Stannius: 2 Reihen physiologischer Versuche. Müller's Archiv S. 85.

1853 Brown-Séquard: Experimental Researches applied to Physiology and Pathology. New-York.

1854 Rudolf Wagner: Neurologische Untersuchungen.

— Brown-Séquard: Nouveau fait rél. à l'arrêt passif du coeur par la galvanisation du n. vagus. Gaz. méd. de Paris S. 136.

— H. Stannius: Das peripherische Nervensystem der Fische. Rostock.

1858 R. Heidenhain: Erörterungen über die Bewegungen des Froschherzens. Archiv von Reichert und du Bois-Reymond, S. 479.

— A. v. Bezold: Zur Physiologie der Herzbewegungen. Virchow's Archiv. XIV. Bd..

— P. L. Panum: Untersuchungen über einige von den Momenten welche Einfluss auf die Herzbewegungen, auf den Stillstand und auf das Aufhören des Contractionsvermögens des Herzens haben. Bibl. for Laeger Bd. 10 p. 46 nach Schmidt's Jahrbüchern 1858 Bd. 100 S. 148.

1859 Einbrodt: Ueber den Einfluss der N. vagi auf die Herzbewegung bei Vögeln. Archiv von Reichert und du Bois-Reymond S. 439.

— Ed. Pflüger: Experimentalbeitrag zur Theorie der Hemmungsnerven. Ebenda S. 14.

1860 R. Schelske: Ueber die Veränderungen der Erregbarkeit der Nerven durch die Wärme. Habilitationsschrift. Heidelberg.

— W. Wundt: Ueber den Einfluss des Curaregiftes auf Nerven und Muskeln. Verhandl. des nat. historisch medic. Vereins zu Heidelberg.

— R. Wagner: Ueber eine einfache Methode die Herzbewegung bei Vögeln direct zu beobachten. Archiv von Reichert und du Bois-Reymond S. 256.

— J. Budge: Ueber den Stillstand des Herzens durch Vagus-Reizung. Ebenda S. 257.

1861 Fr. Goltz: Ueber die Bedeutung der s. g. automatischen Bewegungen des ausgeschnittenen Froschherzens. Virchow's Archiv Bd. 21 S. 191.

1861 C. E. E. Hoffmann: Beiträge zur Anatomie und Physiologie des N. vagus bei Fischen. Giessen.

1862 Fr. Goltz: Ueber die Ursachen der Herzthätigkeit. Virchow's Archiv Bd. XXIII. S. 487.

— J. Bernstein: Einiges zur Ursache der Herzbewegung. Archiv von Reichert und du Bois-Reymond.

1863 Fr. Goltz: Vagus und Herz. Virchow's Archiv XXVI. Bd..

— A. v. Bezold: Untersuchungen über die Innervation des Herzens. Leipzig.

1864 J. Bernstein: Untersuchungen über den Mechanismus des regulatorischen Herznervensystems. Archiv von Reichert und du Bois-Reymond S. 614.

— P. L. Panum: Experimentale Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie der Embolie, Transfusion und Blutmenge. Berlin, Reimer.

1865 A. Brandt: Physiologische Beobachtungen am Herzen des Flusskrebses. Mél. biol., St. Petersburg.

— Ed. Pflüger: Kritische und experimentelle Untersuchung zur Theorie der Hemmungsnerven. Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium zu Bonn. S. 1.

1866 A. Brandt: Mittheilungen über das Herz der Insecten und Muscheln. Mél. biol., St. Petersburg.

— F. Bidder: Zur näheren Kenntniss des Froschherzens und seiner Nerven. Archiv von Reichert und du Bois-Reymond. S. 1.

1867 C. Eckhard: Experimental-Physiologie des Nervensystems. Siehe auch verschiedene Jahrgänge seiner Beiträge für Anatomie und Physiologie.

— A. v. Bezold: Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium zu Würzburg.

Zu vergleichen ferner die Lehrbücher der Physiologie besonders von Claude Bernard, Donders, Milne Edwards, Funcke, Ludwig, Schiff und Valentin.



Zusatz

zu Seite 4.

Ich finde nachträglich noch in Brown-Séquard's „Experimental Researches applied to Physiology and Pathology" New-York 1853, in einem Abschnitt: Cause of the stopping of the heart's movements in Weber's experiment S. 78, dass dieser Forscher zu seiner Hypothese ursprünglich gar nicht auf Grund seines oben besprochenen Experimentes gekommen ist sondern dasselbe erst 1854 (Gaz. Med. de Paris S. 136) mitgetheilt hat und dass sein Raisonnement damals folgendermassen lautete: „The cause exciting the heart to beat is in the blood contained in the capillaries of this organ as I will try to prove in another article.[1])

Now, if we suppose that the galvanization of the par vagum produces a complete contraction of the capillaries of the heart, it is easy to understand why the heart is stopped: it is because the excitation cannot take place on account of the expulsion of the blood from the capillaries.

It will be asked on what ground we base the supposition, that the capillaries are so contracted that they prevent entirely, or nearly so, the passage of the blood. I auswer:

---

[1]) Diese „Beweise" sind enthalten in einem Abschnitt: On the cause of the beatings of the heart, in demselben Werke S. 114 bis 124. Auf eine Besprechung derselben will ich jedoch hier nicht eintreten da ich die „Theorien" der Herzbewegung in dieser Abhandlung überhaupt nur in so weit berücksichtigen wollte als sie die Frage nach der Vagus-Wirkung berühren.

1 st. That it is known that a galvanization of certain nerves — — — may produce a considerable contraction of capillaries.

2 d. That it is known that the nerves of the heart are distributed much more to its blood vessels than to its muscular tissue.

3 d. That, by our supposition, we place the fact of the stopping of the heart's movements among the well known facts, that an excitation of a molar nerve produces a contraction of the muscles to which it is distributed; and, therefore, we are not obliged to admit that an excitation of a nerve is able to produce directly either a contraction of or the cessation of existing contractions."

Wenn der erste allgemein gehaltene Grundsatz auch ein richtiger ist so folgt daraus noch nicht seine Anwendbarkeit auf den vorliegenden Fall. Die im 2. Grund aufgeführte Thatsache basirt nicht auf Erfahrungen so weit sie die histiologische Literatur aufweist, im Gegentheil die Nervenendigungen im Herzen sind uns bis dato durchaus unbekannt, wir wissen nicht einmal ob, was nicht wahrscheinlich ist, sie analog sind den gewöhnlichen Nervenendigungen im Muskel. Endlich steht heut' zu Tage die Thatsache der Hemmung am Herzen nicht mehr allein, sondern es sind von verschiedenen Forschern noch andere Hemmungsmechanismen im thierischen Organismus aufgedeckt worden und es fällt also der letzte Grund mit dem Brown-Séquard seine Hypothese von der Vagus-Wirkung wahrscheinlicher zu machen suchte die nunmehr wohl nur ein historisches Interesse zu beanspruchen im Stande ist.



Druck von H. S. Hermann in Berlin.

